

PAT-NO: JP02001210587A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001210587 A

TITLE: CLEANING GAS SYSTEM IN LITHOGRAPHY PROJECTION SYSTEM

PUBN-DATE: August 3, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|---|---------|
| SCHRIJVER, RAYMOND LAURENTIUS J | N/A |
| VAN, EMPEL TJARKO ADRIAAN RUDOLF | N/A |
| BAGGEN, MARCEL KOENRAAD M | N/A |
| LUTTIKHUIS, BERNARDUS ANTONIUS JOHANNES | N/A |
| KWAN, YIM BUN PATRICK | N/A |
| LOOPSTRA, ERIK ROELOF | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|--------------------|---------|
| ASM LITHOGRAPHY BV | N/A |

APPL-NO: JP2000375240

APPL-DATE: November 2, 2000

PRIORITY-DATA: 199999203670 (November 5, 1999)

INT-CL (IPC): H01L021/027, **B08B005/00** , G03F007/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cleaning gas system for reducing supplying volume for cleaning gas, in a lithography projection system.

SOLUTION: A lithography projection system surrounds at least either of a masking holder or a base plate holder closely and comprises at least one of partitions, which do not surround either a illuminating system or a projection system in order for reduce a transparent gas volume, with which the system must be cleaned for projected radiation. In a scanner, the partition surrounding the masking holder preferably moves along with a masking table, and may be formed as a combination of a framed masking table driven by scanning operation, and a fixed stationary plate to the projection system and the lighting system.

| (51)IntCl ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト ⁷ (参考) |
|------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| H 0 1 L 21/027 | | B 0 8 B 5/00 | Z |
| B 0 8 B 5/00 | | G 0 3 F 7/20 | 5 0 2 |
| G 0 3 F 7/20 | 5 0 2 | | 5 2 1 |
| | 5 2 1 | H 0 1 L 21/30 | 5 0 3 G |
| | | | 5 1 5 D |

審査請求 未請求 請求項の数16 O L 外国語出願 (全 51 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-------------|-----------------------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願2000-375240(P2000-375240) | (71)出願人 | 599045866 エイエスエム リトグラフィー ベスロー テン フェンノートシャップ オランダ国フェルトホーフェン, デ ルン 1110 |
| (22)出願日 | 平成12年11月 2 日(2000. 11. 2) | (72)発明者 | レイモンド・ローレンテウス・ヨハネス シュリユヘル オランダ国 エインドホーフェン、カナダ シュトラート 9 |
| (31)優先権主張番号 | 9 9 2 0 3 6 7 0. 7 | (74)代理人 | 100066692 弁理士 浅村 皓 (外3名) |
| (32)優先日 | 平成11年11月 5 日(1999. 11. 5) | | |
| (33)優先権主張国 | 欧州特許庁 (E P) | | |

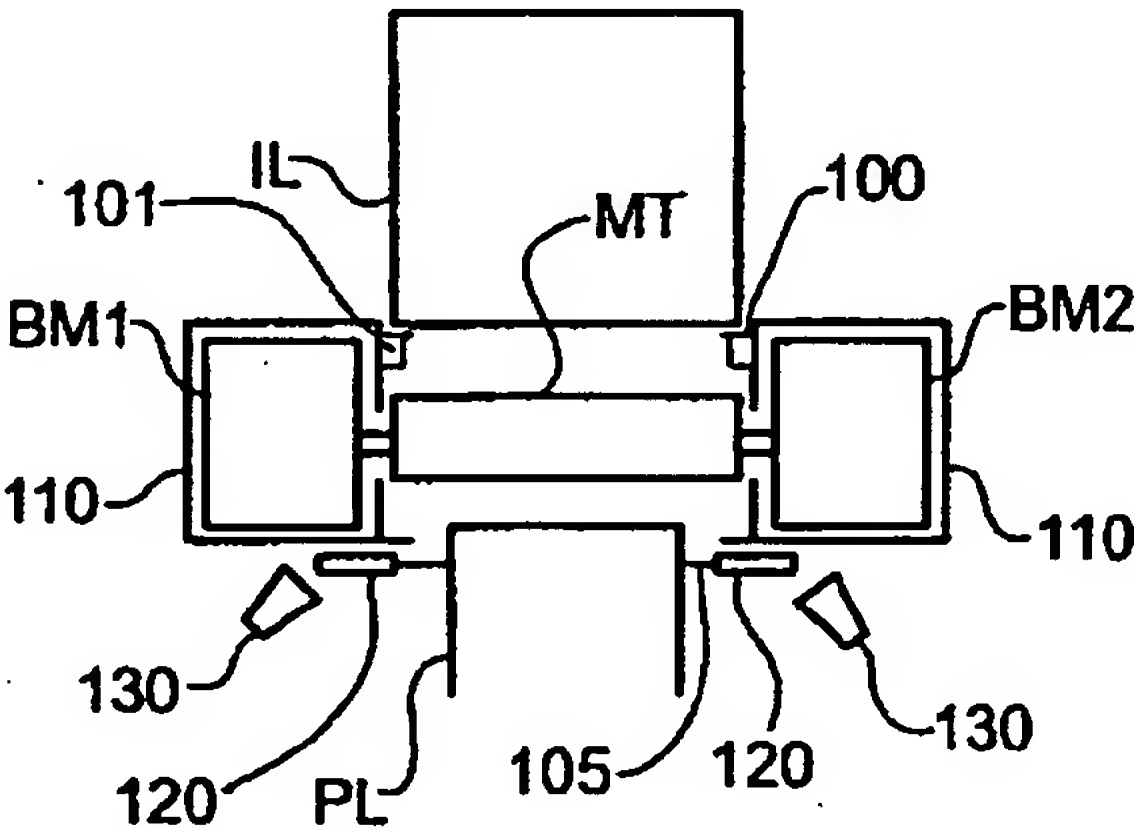
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リソグラフ投影装置に用いる洗浄ガスシステム

(57)【要約】

【課題】 リソグラフ投影装置において洗浄ガスの供給容積を減少させるための洗浄ガスシステムを提供すること。

【解決手段】 投影照射線に対して透明なガスで洗浄しなければならない容積を減少させるために、リソグラフ投影装置は、マスクホルダーおよび基板ホルダーの少なくとも1つを密接に取り囲んでいるが、照明システムあるいは投影システムのいずれかを取り囲んでいない少なくとも1つの隔壁を有している。走査装置においては、該マスクホルダーを取り囲んでいる該隔壁は、好ましくは、マスクテーブルと共に移動し、走査操作において駆動されるフレーム状のマスクテーブルと前記投影システムおよび照明システムに関して固定された静止板との組み合わせによって形成されていてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照射投影ビームを供給するための照明システムと、

マスクを保持するための第1対物テーブルと、

基板を保持するための第2対物テーブルと、

該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有したリソグラフ投影装置において、

隔壁が第1および第2の対物テーブルの少なくとも1つを密接して取り囲んでいるが、該照明システムあるいは該投影システムのいずれかを取り囲んでおらず、該隔壁には、使用時において、該投影ビームの照射に対して空気よりも透明な洗浄ガスが供給されることを特徴とするリソグラフ投影装置。

【請求項2】 前記隔壁が前記第1対物テーブルを取り囲んでいる、請求項1記載のリソグラフ投影装置。

【請求項3】 前記隔壁が前記第1対物テーブルを位置決めするための長行路位置決めモジュールに取り付けられている、請求項2記載のリソグラフ投影装置。

【請求項4】 前記第1対物テーブルが前記投影システムに関して少なくとも走査方向に可動であり、該隔壁が該第1対物テーブルとともに移動するようになっている、請求項2記載のリソグラフ投影装置。

【請求項5】 前記第1対物テーブルが前記対物テーブルを取り囲むフレームの形をしており、前記隔壁が該フレームと、該第1対物テーブルの上下面とそれぞれ密接に一致した第1および第2の洗浄ガス板とによって形成されている請求項4記載のリソグラフ投影装置。

【請求項6】 前記第1および第2洗浄ガス板が照明システムと投影システムにそれぞれ対応した開口を有し、洗浄ガス供給オリフィスが該開口を取り囲んでいる、請求項5項記載のリソグラフ投影装置。

【請求項7】 前記第1および第2洗浄ガス板が、マスクを洗浄ガスの雰囲気の中で交換できるように、マスク交換装置の近くにまで延在している、請求項5又は6記載のリソグラフ投影装置。

【請求項8】 前記第1対物テーブルが前記第1対物テーブルを全体的に取り囲んでいる箱の形をしており、前記隔壁を提供している、請求項1記載のリソグラフ投影装置。

【請求項9】 前記第1対物テーブルには窓が設けられており、該第1対物テーブル上に測定ビームが分配できるようになっている、請求項4、5又は8記載のリソグラフ投影装置。

【請求項10】 前記第1対物テーブルが前記マスクを保持するウェルを有し、該第1対物テーブルが前記対物テーブルの側部上と該ウェル内へ延在する部分を有し、前記リソグラフ投影装置が更に前記照明システムと投影システムのそれぞれに固定された、前記隔壁を形成している上部板および下部板を有している、請求項1記載の

リソグラフ投影装置。

【請求項11】 前記上部板と下部板と第1対物テーブルとの間に設けられたガス軸受をさらに有している、請求項10記載のリソグラフ投影装置。

【請求項12】 照射投影ビームを供給するための照明システムと、

マスクを保持するための第1対物テーブルと、

基板を保持するための第2対物テーブルと、

該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有しているリソグラフ投影装置において、

前記投影システムと前記第2対物テーブルとの間に洗浄ガス隔壁が設けられており、前記投影システムに対して固定されている、リソグラフ投影装置。

【請求項13】 前記洗浄ガスがN₂、He、Ar、Kr、Ne、およびXeから選択された1又はそれ以上のガスからなっている、請求項1から12までのいずれか1項記載のリソグラフ投影装置。

【請求項14】 前記投影ビームの前記照射線が180nm以下の波長、好ましくは157±5nmあるいは126±5nmの波長を有している、請求項1から13までのいずれか1項記載のリソグラフ投影装置。

【請求項15】 照射ビームを供給するための照明システムと、

マスクを保持するための第1対物テーブルと、

基板を保持するための第2物テーブルと、

該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有するリソグラフ投影装置を使用するデバイスの製造方法であって、前記第1対物テーブルに対してあるパターンを有したマスクを取り付ける工程と、前記第2対物テーブルに対して照射感応層を塗付した基板を取り付ける工程と、前記マスクの部分を照射し、該マスクの照射された部分を前記基板の前記標的部分上に結像させる工程とを有した製造方法において、前記投影ビームのビーム通路の少なくとも一部分を横切る実質的に層状になった流れとして洗浄ガスの流れを提供し、そこから周辺空気を除去し、該洗浄ガスが前記投影システムの前記照射をほぼ全く吸収しないことを特徴とするリソグラフ投影装置を使用するデバイスの製造方法。

【請求項16】 請求項15の方法によって製造されたデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は照射投影ビームを供給するための照明システムと、マスクを保持するための第1対物テーブルと、基板を保持するための第2物テーブルと、該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有するリソグラフ投影装置におけるガスパージ装置に関するものであ

る。

【0002】

【従来の技術】簡素化のために、前記投影システムは以後“レンズ”と呼ぶことにするが、この用語は例えば屈折光学装置、反射光学装置、反射屈折装置からなる各種タイプの投影システムを包含するように広く理解されるべきである。前記照明システムもまた照射投影ビームを方向づけ、成形し、あるいは制御するために、これらの原理の全てに関して作動する要素を含んでいてもよく、それらの要素も以下、集合的あるいは単独的に“レンズ”と呼ぶことにする。更に、前記第1および第2対物テーブルは、それぞれ“マスクテーブル”、“基板テーブル”と呼ぶ。

【0003】リソグラフ投影装置は、例えば、集積回路(IC)の製造に使用される。そのような場合においては、前記マスク(レチクル)はICの個々の層に対応した回路パターンを有しており、該パターンは照射感応材料(レジスト)の層を塗付した基板(シリコンウェハ)上の標的部分(1あるいはそれ以上のダイからなっている)上に結像させることができる。一般的に言う20と、単一のウェハがマスクを介して1つずつ連続的に照射される標的部分の全ネットワークを有しているであろう。1つのタイプのリソグラフ投影装置においては、各々の標的部分が標的部分上にマスクパターン全体を1回で露出することによって照射され、そのような装置は一般的にウェハーステッパと呼ばれる。他の装置は一般的にステップスキャン装置と呼ばれ、そのような装置においては、マスクのパターンを投影ビームの下で与えられた方向(“スキャン”方向)に連続的に走査し、同30期的に基板テーブルを該方向に平行あるいは反平行に走査することによって、各々の標的部分が照射され、従って一般的にこの投影システムは倍率(M)(一般的には1より小さい)を有し、基板テーブルが走査される速度(V)は、マスクテーブルが走査される速度のM倍になるであろう。ここで述べたリソグラフ装置に関する更なる情報は、例えば国際特許出願WO97/33205から明らかになるであろうし、本明細書においても組み込まれている。

【0004】一般的には、リソグラフ装置は単一のマスクテーブルと単一の基板テーブルとからなっている。しかしながら、例えば国際特許出願WO98/28665および国際特許出願WO98/40791に記載されているマルチステージ装置からわかるように、少なくとも2基の独立的に可動な基板テーブルが存在する場合においても機械は使用可能になってきている。そのようなマルチステージ装置の背後の基本的な操作原理は、第1基板テーブルが、第1基板テーブル上に位置した第1基板を照射するための投影装置の下に照射位置に位置している間に、第2基板テーブルが装荷位置へ走行し、既に照射された基板を放出し、新しい基板をつかみ、該新基板

に対して幾つかの初期測定を行い、さらに第1基板の照射が終了すると迅速に投影装置の下に照射位置へ該新基板を移送させる準備をすることになり、このような操作周期が繰り返される。このようにして、機械の出力を相当増加させることが可能となり、このことが機械の所有コストを改善させることになる。同じ原理が照射位置と測定位置との間を動く単一基板テーブルに関しても適用できることを理解するべきであろう。

【0005】結像させることのできる像形の寸法を減少させるために、照明照射線の波長を減少させることが望ましい。従って従来から180nmより短い波長、たとえば157nmあるいは126nmが考えられてきた。しかしながら、そのような波長は通常気圧の空気によって強力に吸収され、ビームが装置を通過する時に光の輝度が不当に損失される。更に、例えば基板上の感光層からのガス漏出による汚染が、ある種の光学要素、例えば基板に最も近接する(投影図の)レンズ要素上に吸着されることがある。一般的にそのような汚染が望ましくなくも吸着されると、これもまた望ましくない輝度の損失に至ることになる。これらの問題を解決するために、これらの装置をガスの流れで洗浄することが提案されてきており、このガスは照明照射線に対してほぼ透明になっており、例えば窒素N₂である。しかしながら、照射線の吸収を防ぐのに必要な純度と、全装置の洗浄に要する量の窒素ガスは高価である。

【0006】本発明の目的はリソグラフ投影装置、特に、通常気圧の空気によってほぼ吸収される照射線を使用し、洗浄ガスの消費量を減少させるリソグラフ投影装置を提供することにある。

【0007】本発明によると、照射投影ビームを供給するための照明システムと、マスクを保持するための第1対物テーブルと、基板を保持するための第2対物テーブルと、該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有したリソグラフ投影装置において、前記第1および第2の対物テーブルの内の少なくとも1つの周りを隔壁が密接に取り囲んでおり、前記照明システムあるいは前記投影システムのいずれかを取り囲んでおらず、使用時においては、前記隔壁には前記投影ビームの照射に対して空気よりも透明な洗浄ガスが供給されることを特徴とするリソグラフ投影装置が提供される。

【0008】本発明によると、照射投影ビームを供給するための照明システムと、マスクを保持するための第1対物テーブルと、基板を保持するための第2対物テーブルと、該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを有したリソグラフ投影装置において、前記投影システムと前記第2対物テーブルとの間に洗浄隔壁が設けられ、該隔壁が前記投影システムに対して相対的に固定されていることを特徴とするリソグラフ投影装置が提供される。

【0009】前記対物テーブルのいずれか1つを密接に取り囲む隔壁、あるいは投影システムと基板テーブルとの間のスペースに隔壁を設けることによって、洗浄しな
 10 なければならない体積は、全装置を洗浄する場合に比べて、かなり減少させることができる。洗浄される体積が減少する結果として、洗浄ガスの消費が直接的に節約できるだけでなく、さらに減少され、従って、洗浄ガスの汚染も洗浄ガスの漏洩も減少させることができ、付加的な再使用を許すことができる。更に、装置が、例えば、補修のために停止あるいは起動された後に、ほぼ清浄な運
 20 転状態に戻すためにシステムを洗浄するに要する時間も減少される。

【0010】隔壁が基板テーブルあるいはマスクテーブル、駆動装置、およびセンサーのような関連要素の全てを取り囲むよりも、物質を取り囲みそれと共に移動できるように
 30 になったステップスキャン装置において特別な付加的な長所を得ることができる。このことは、対物テーブルの部品として形成され、固定的な平行な板の間を移動するフレームの組み合わせを用いることによつて、あるいは対物テーブルを対象物をほぼ取り囲んだ箱の中
 40 に形成することによって達成することができる。前記隔壁が投影システムと基板（ウェハー）との間に形成されている場合には、これらのアイテムはそれら自体が該隔壁の反対側を形成することができ、これらは投影レンズに対して固定されたダクトによって画定され、投影ビームが横断するスペースの周りのフレームを形成する。好ましい実施例は、汚染物質（例えば、レジスト・ガス放
 50 出によって導入される）が装置内の光学要素上に吸着されることを完全に、あるいは部分的に防ぐのに十分なガス流速を採用している。そのような流速、例えば1 m/sあるいは約1 m/sのオーダーであってもよい。

【0011】本発明はまた、照射投影ビームを供給するための照明システムと、マスクを保持するための第1対物テーブルと、基板を保持するための第2対物テーブルと、該基板の標的部分の上へ、前記マスクの照射部分を結像させるための投影システムとを具備するリソグラフ
 60 投影装置を使用するデバイスの製造方法であつて、前記第1対物テーブルに対してあるパターンを有したマスクを取り付ける工程と、前記第2対物テーブルに対して照射感応層を塗付した基板を取り付ける工程と、前記マスクの部分
 70 を照射し、該マスクの照射された部分を前記基板の前記標的部分上に結像させる工程とを具備した製造方法において、前記第1および第2対物テーブルの少なくとも1つを密接に取り囲んではいないが、前記照明システムあるいは前記投影システムのいずれかを取り囲んでいない隔壁に洗浄ガスを供給し、該洗浄ガスが前記投影ビームの照射に対して空気よりも透明であることを特徴
 80 としている製造方法も提供する。

【0012】本発明によるリソグラフ投影装置を用いる製造プロセスにおいては、マスク内のパターンが少なく
 90

とも部分的に照射感応材料（レジスト）の層で塗付された基板上に結像される。この結像工程の前に、前記基板は、下塗り、レジスト塗付、ソフトベーキングのような各種の処理が行われる。照射の後、該基板は、照射後ベーキング（PEB）、現像、ハードベーキング、および結像された像の測定／検査のような他の処理が行われる。この一連の手順はデバイス、例えばICの個々の層をパターン化するための基本である。そのようなパターン化された層は、エッチング、イオン注入（ドーピング）、金属化、酸化、化学機械研磨、等のような各種の処理が行われ、これら全ては個々の層を仕上げようとするものである。幾つかの層が必要とされる場合には、これら全ての処理、あるいはその変形処理を各々の新しい層に関して繰り返さなければならないであろう。結局、一連のデバイス（ダイ）が基板（ウェハー）の上に存在するであろう。これらのデバイスは次に、ダイシングあるいはソーイングのような技術によって互いに他から分散され、個々のデバイスがキャリアの上に取り付けられ、ピンに接続されたり等することができる。そのよ
 20 うな処理に関するさらなる情報は、例えば、1997年にマグローヒル社から出版されたピーター・ファン・シヤマントによる書籍“マイクロチップの製造：半導体処理の実際ガイド”の第3版から得ることができる。

【0013】ICの製造において、本発明による装置の使用に関して前記書籍を特定の参照してもよいが、そのような装置は多くの他の可能性のある用途を有していることがよく理解されるはずである。例えば、該装置は集積された光学システム、磁気ドメインメモリーのためのガイダンスパターンや検出パターン、液晶表示パネ
 30 ル、薄膜磁気ヘッド、等の製造に採用してもよい。当業者はそのような他の用途の概念において、この書籍における“レチクル”、“ウェハー”、あるいは“ダイ”という用語を使用するのに、それぞれもっと一般的な用語“マスク”、“基板”および“照射領域”あるいは“標的部分”に置き換えてもよいことがわかるであろう。

【0014】投影ビームとして用いる照射線は157 nmあるいは126 nmの波長を有する照射線の引用した例に拘束されるものではなく、本発明においてはその他の波長あるいはタイプも使用可能である。

40 【0015】本発明をその付随する利点について、例示的な実施例および添付した概略図を参照しながら以下さらに説明する。

【0016】

【発明を実施するための最良の形態】

【実施例1】図1は本発明によるリソグラフ投影装置を概略的に示している。該装置は、照射源LAと、照射用の投影ビームPB（例えば、波長157 nmあるいは126 nmの紫外線）を供給するための照明システムIL（Ex、IN、CO）とからなる照射システムと、マスクMA（例えばレチクル）を保持し、該マスクをアイテ
 50

ムPLに関して正確に位置付けするための第1位置決め装置に連結された、マスクあるいはホルダーあるいは第1の物質のホルダーを備えた第1対物テーブル(マスクテーブル)MTと、基板W(例えば、レジストを塗付したシリコンウェハー)を保持し、該基板をアイテムPLに関して正確に位置付けするための第2位置決め装置に連結された、基板ホルダーあるいは第2物質のホルダーを備えた第2対物テーブル(基板テーブルあるいはウェハーテーブル)WTと、該基板テーブルWT内に保持された基板Wの照射領域C(標的部分)上にマスクMAの照射部分を結像させるための投影システム(レンズ)PL(例えば、屈折装置あるいは反射屈折装置、あるいは鏡群)とからなっている。

【0017】ここで示したように、前記装置は透過型(即ち、透過マスク)の装置である。しかしながら、一般的にはそれは、例えば、反射型の装置であってもよい。

【0018】前記照射システムは紫外線の照射ビームを発生させる光源LA(例えば、水銀ランプあるいはエキシマレーザー)を有している。該ビームは照明システムILの中に含まれた各種の光学要素、例えば、ビーム成形用光学装置Ex、インテグレートINおよびコンデンサーCOを横断し、結果として得られるビームPBはその横断部分において望みの形状と輝度分布とを有することになる。前記ビームPBは次に、マスクテーブルMT上のマスクホルダー内に保持されているマスクMAによって遮られる。該マスクMAを横断したビームPBはレンズPLを通過し、これが該ビームPBの焦点を基板Wの照射領域Cの上に合わせる。干渉変位測定装置IFによって、前記基板テーブルWTは前記第2位置決め装置によって正確に移動させることができ、従って、例えば、ビームPBの通路内に異なった照射領域Cを位置づけることができる。同様に、前記第1位置決め装置はビームPBの通路に関してマスクMAを正確に位置決めすることができ、例えばそれはマスクMAをマスクライブラリーから機械的に取り出した後とか、あるいはマスクの走査中に行われる。一般的にいうと、対物テーブルMT、WTの移動は、図1には明確に示していないが、長行路モジュール(粗位置決め)と短行路モジュール(微位置決め)とによって行われる。ウェハーステッパの場合には(ステッパースキャン装置と対照的に)、前記マスクテーブルは短行路位置決め装置のみに連結され、マスクの方向および位置を微調整するか、あるいは全く固定されていてもよい。本装置の大部分の構成要素は、全ての振動発生要素を含めて、基礎プレートBPおよび基礎フレームBF上、あるいはそれらから離れて取り付けられている。しかしながら、前記投影レンズは前記干渉変位測定装置やその他のセンサーのような重要な要素と同様に、参考フレームあるいは測定フレームRF上に取り付けられており、本装置の他の要素とは機械的

に隔離されていて、安定な状態を提供している。

【0019】図示した装置は2つの異なったモードで使用することができる。

1. ステッパーリピートモード(ステップモード)においては、マスクテーブルMTは実質的に静止されており、マスク像は照射領域C上に1回で投影される(即ち単一フラッシュ)。基板テーブル(WT)はx方向および/またはy方向に移動され、このようにして各種の照射領域CがビームPBによって照射される。

2. ステッパースキャンモード(スキャンモード)においては、実質的に同一のシナリオが適用されるが、例外は与えられた照射領域Cが単一フラッシュによって照射されないことにある。その代わりに、前記マスクテーブルMTは与えられた基準方向(いわゆるスキャン方向、例えばy方向)に速度(v)で移動することができ、従って、投影ビームPBはマスク像上を同時に走査するようにされ、基板テーブルWTも同時に同一方向あるいは反対方向に、速度 $V=Mv$ で動かされ、ここでMはレンズPLの倍率(代表的には $M=1/4$ あるいは $1/5$)である。このようにして、解像度に関して妥協することなしに、比較的大きな照射領域Cを照射することができる。

【0020】図2および図3は第1実施例によるリソグラフィ装置の、マスクテーブルMTを含むマスクステージのより詳細な図である。

【0021】図2および図3に示したように、第1実施例のマスクステージ全体が洗浄隔壁100の中に収納されており、これが投影ビームの照射に対して透明な洗浄ガスによって洗浄される。該洗浄ガスに関する適当な組成は本明細書の最後のところで述べられている。前記マスクテーブルMTは長行路駆動装置によってバランス・マスBM1およびBM2に連結されており、該バランス・マスはそれぞれの隔壁110の中に収納されている。該長行路駆動装置はマスクテーブルを駆動して、照明システムILの下でY方向に走査させ、マスク取り扱い装置MHの下でマスク交換位置へ移動させる。前記マスクテーブルの位置は干渉計IFによって連続的に監視されており、該干渉計は測定ビームをMTの側面に取り付けられた鏡(図示せず)の上へ向ける。干渉計の調節のために前記測定ビームによって横断される領域の上には空気シャワーASが設けられている。該空気シャワーは既知の一定の屈折率を有したガス、例えば洗浄ガスを一定温度で供給し、これによって屈折率が変化しても干渉計の測定が不正確になることはなくなる。

【0022】図3に示したように、前記マスクステージの隔壁100は照明システムILの周囲の上面と、投影レンズPLの周囲の下面とにおいて開口を有している。前記長行路モータとマスクテーブルMTとの間の界面のために、バランス・マス隔壁110内のギャップが設けられている。

【0023】前記マスクステージ隔壁100の下部を閉鎖するために、投影システムPLに対して付加的なプレート105が取り付けられており、該プレート105と隔壁100との間にはラビリンスシール120が設けられている。該ラビリンスシール120はマスクステージ隔壁100上に十分なシールを提供するが、投影システムPLに対する振動の伝達を防ぐために、プレート105とマスクステージ隔壁100との間には実際の接触は存在しない。それにもかかわらずマスクステージ隔壁からの洗浄ガスの漏洩はラビリンスシール120の周囲において発生することがあり、従ってこれらの漏洩洗浄ガスを集めるために近くに洗浄ガス排出装置130が設けられている。

【0024】マスクテーブルMTの近くにおける光路のための洗浄ガスは、該マスクテーブルMTに密接して設けられた洗浄ガス出口101を介して提供される。マスクステージ隔壁100の残り部分を洗浄するためのガスは、Y方向の干渉計ビームのための空気シャワーによって導入される。主洗浄ガス排出口（図示せず）は隔壁の下部における便利な位置に設けられる。

【0025】洗浄ガスの過大な消費を避けるために、該ガスは多量に再使用される。該ガスの供給および再使用システムが図4に示されている。必要な速度の清浄な洗浄ガスが洗浄ガス供給装置150から供給され、吸収に対して最も敏感な領域、例えば、投影ビームの近くにおいて、主として使用され、そしてマスクステージ隔壁100における適当な出口101に向けられる。マスクステージ隔壁100において用いられるあまり重要でないガス、例えばマスクテーブル内の長行路、短行路駆動装置および重力補償装置（垂直アクチュエータ）におけるガス軸受（空気軸受）において用いられるガスは、若干純度の低下したリサイクル洗浄ガスによって供給することもできる。前記ガスはポンプ/ファン141によって比較的高速でマスクステージ隔壁100から排出される。排出された洗浄ガスの大部分は、マスクステージ隔壁100に戻される前に、フィルター142と熱交換器143を通過する。清浄な洗浄ガスを供給するために、排出された“汚染”洗浄ガスの内のある部分はオフサイト再調整のためにタンクへガス抜きされたり、あるいは転送される。前記フィルター142は洗浄ガスから汚染物質を除去し、熱交換器はガスを正常な温度でマスクステージ隔壁へ確実に戻す。前記フィルター142および新鮮な洗浄ガスとリサイクル洗浄ガスとの比率は、マスクステージ隔壁における酸素と水の汚染物の濃度を確実に許容制限値以下、例えば、200ppm以下、あるいは好ましくは20ppm以下に保持できるように選択される。

【0026】清浄な洗浄ガスの使用量を最少にするために、マスクステージ隔壁100における自由スペースはできるだけ小さくなるように保持され、該隔壁から他の

装置の中、あるいは該装置を使用するクリーンルームの中へ漏洩するのを防ぐために、該隔壁100は二重壁にされてもよい。該隔壁内においては、プラスチック要素、接着剤、電子要素、等のような汚染源は最少にされ、重大な汚染源は分離的に収納され、洗浄されてもよい。装置の起動時、および補修のためにマスクステージ隔壁100を開放した後は、汚染レベルを必要なレベルにまで低下させるために、新鮮な洗浄ガスを用いて完全な洗浄が行われる。この処理を行う間に、洗浄ガスは汚染レベルが比較的高いので、再使用されることはない。

【0027】図5に示したような洗浄ガス供給システムの変形例においては、新鮮な洗浄ガスの供給は、排出された洗浄ガスを純化することによって避けられる。この場合において、リソグラフ装置の中に設けられた、あるいはリソグラフ装置を有した空気制御キャビネット140の中に純化器144が設けられ、ポンプ/ファン141によって抽出された全ての排出ガスが該純化器と、フィルター142と、熱交換器143とを通過する。しかしながら熱交換器143から出た洗浄ガスはリソグラフ装置へ直接戻らず、該リソグラフ装置の近くに設けられた別の純化器151と熱交換器152を通過する。前記純化器144、151とファン141は多量の熱と、電氣的ノイズと、振動とを発生することがあり、従ってリソグラフ装置の残りの部品とはできるだけ隔離されていることが好ましい。

【0028】

【実施例2】図6から図18には本発明の第2実施例が示されており、これは以下に記載する点を除いては第1実施例と同じである。該第2実施例においては、マスクステージ隔壁はマスクテーブルMTの形状にぴったり一致した、固定的な頂部および底部の洗浄プレート210、220によって閉じ込められている。投影ビームの通路のみが洗浄され、干渉計のビーム通路は洗浄されない。

【0029】走査方向であるY方向から見た断面図である図6に示したように、前記マスクテーブルは、長行路駆動装置（図示せず）によって駆動される短行路フレーム230と、チャック240とを有している。該チャック240はマスクMAのためのマスクホルダーを有し、短行路位置決め（図示せず）によって前記短行路フレーム230に関して相対的に駆動される。前記頂部洗浄プレート210は基礎フレームBF（図1参照）に固定され、照明システムILの周囲において開口部を有している。前記底部洗浄プレート220は投影システムの支持構造物に固定され、投影システムPLの頂部要素の周囲に開口部を有している。該頂部および底部の洗浄プレート210、220は中空であっても、あるいは洗浄ガスを供給するための導管（図示せず）を有していてもよい。ガスは照明システムILと投影システムPLの周囲

における開口部内に設けられたオリフィス211、221を介してマスクステージ隔壁へ供給される。このようにして、洗浄ガスは投影ビームが横断する領域である、チャック240内の中央ウェル247の中へ直接通気される。便利な位置、例えば、チャック240と短行路フレーム230との間において、マスクMAから出ていく洗浄ガスの通路を確保するための排出口251、252、253、254が設けられている。このような装置によって、排出ガスは短行路フレーム230と洗浄プレート210、220との間の狭いスリットを通して洗浄隔壁の中へのみ拡散することができ、投影ビーム領域へ到達する前に前記排出口251～254を通して排気される。

【0030】図7は第2実施例のマスクステージを走査方向とは直角の方向から見た断面図であり、マスクテーブルをその移動領域全体に亘って確実に覆うために、頂部および底部の洗浄プレート210、220が照明、投影システムIL、PLの両側に沿って延在していることを示している。この図はまた投影レンズPL上に取り付けられたレベルセンサー260をも示している。

【0031】図8は、頂部洗浄プレート210を、フランジ273、274を介して、バランス・マスBM1、BM2および長行路駆動装置のための隔壁271、272に対して、どのようにして取り付けられるかを示している。また該頂部洗浄プレート210が長行路フレーム230の輪郭と所定のギャップ、例えば1mmを置いて一致していることもわかる。該頂部洗浄プレート210とフランジ273、274との間の結合部には、このギャップを調節するための装置が組み込まれている。

【0032】前記頂部および底部の洗浄プレート210、220は、例えば、蜂の巣状ステンレス鋼板でできていてもよい。この材料は長行路および短行路駆動装置におけるモータ磁石によって惹き起こされる外乱力を防ぐために非磁性体である。

【0033】マスクテーブルを走査している時のデッドスペースを減少させ、ガス流を改良するために、前記チャック240の上面は、好ましくは、できるだけ滑らかに作られる。図9と図10はこのことを実行するための他の選択手段を説明している。図9においては、該チャック240の頂部全体は、マスク開口部を除いて、カバー板241によって覆われている。該カバー板241はアルミニウムメッキされた複合材料でできていてもよい。図10の変更例においては、垂直方向の短行路アクチュエータ242上の領域だけが、これもまた複合材料でできたカバー板243によって覆われている。

【0034】前記チャック240の頂部と底部の間の圧力変化を均衡化させるために、図10に示したような貫通孔244が設けられている。発生することのある全ての圧力変化を急速に均衡化させるために、これらの貫通孔はその数及び寸法が十分でなければならない。付加的

に、図11に示したように、チャック240の下面には凹所245が切り込まれていてもよく、該凹所はできるだけ上面と一致した形状を有している。このことによって、チャック240が移動している間に発生することのある流れの変化、従って圧力の変化を均衡化させることができる。

【0035】図12は排出口252、254の設置をより詳細に示している。図示したように、これらはカバー板210、220の斜面部分に位置し、十分な空間が圧力変化を均衡化させるために該排出口の近くに確実に存在している。このことは短行路フレーム230とチャック242上に取り付けられた重力補償器（垂直アクチュエータ）242との間に拡がる取り付け部材246の近くにおいてさえも当てはまる。

【0036】上述したように、チャック240の位置を測定する干渉計ビームが横切るスペースが、一定の屈折率を有するガスによって確実に占拠されるようにすることが必要である。図13に示したように、前記短行路フレーム230には延長パイプ281が取り付けられている。Y方向の干渉計ビームY-IFは該延長パイプ281と短行路フレーム230内の孔とを通過し、チャック240の側部に取り付けられた鏡（図示せず）あるいは逆反射体によって反射される。前記短行路フレーム230の孔内および延長パイプ281のビーム通路はマスクステージの中央隔壁から流出する清浄な洗浄ガスによって調節され、他方、短行路フレームの外側におけるビーム通路の大部分は空気シャワー282によって調節される。該空気シャワー282は該短行路フレーム230の走査領域に向かって清浄な乾燥洗浄ガスをある角度をなして吹き付け、洗浄板210の下側における領域283を調節することができる。該空気シャワーと延長パイプ281はY方向の干渉計ビーム通路の管理できない長さ284を最少にする。

【0037】X方向の干渉計ビームに関して、Y方向における走査移動の範囲に亘ってチャック240のX方向位置を測定することの必要性によって異なった装置が必要となる。図6と同様ではあるが、明瞭に示すためにある種の構成部品を取り除いてある図14に示したように、短行路フレーム230には長方形の開口285が設けられ、X方向干渉計からのビームX-IFがチャック240に到達できるようになっている。該開口285は短行路フレーム230の中で、短行路フレーム230の移動範囲の長さだけY方向へ延在した狭いスリットを画定している。X方向の干渉計ビームのための調節空気がこの開口285を通過するが、この流れはレターボックス状の該開口285を狭くして、チャック240の近くにまで延在させることによって最少になる。X方向の干渉計ビームに関する調節空気はチャック240と短行路フレームとの間のスペース内の洗浄ガスと混合されるが、圧力差によってマスクの設けられている内部スパー

スの中へは流入することが防がれている。

【0038】図15に示したように、投影レンズPLの頂部が平坦な表面222を呈している場合には、これ自身が内部洗浄隔壁の下部境界を形成することができる。そのような装置においては、Z方向のその他のセンサー260が投影レンズ隔壁の頂部の中に埋め込まれている。従って、下部洗浄板220は投影システムPLの両側において分離部分に分割されている。該下部洗浄板220の2つの部分は投影システムPLと接触しないようになっていて、振動が投影システムPLに伝達するのを防いでいる。結果として生じるギャップを通して漏洩するガスを除去するために、付加的な排出口255が設けられている。これらの排出口は例えば、投影レンズPLの主ケースと外部レンズクーラー226との間に位置することができる。

【0039】図16に示したような他の例においては、前記Z方向のその他のセンサー260が投影レンズの頂部上を延在し、下部洗浄板223が該投影レンズの頂部上を延在するように形成されており、投影ビームの中央開口（図示せず）と該センサー260のための付加的な開口225が設けられている。投影システムとの実質的な接触を避けて、しかも近接して取り付けることができるようにするために、前記洗浄板223の下部には切り込み部224を設けてもよい。

【0040】マスク交換した後にマスクステージ隔壁全体を清浄な洗浄ガスで再洗浄する必要をなくすために、マスク交換は洗浄ガスの中で行うようになっている。これを行うために、図17および図18に示したように、上部および下部の洗浄板210、220がマスク取扱い装置290の下方において延在している。図17は該マスク取扱い装置290の断面図であり、図18はこの領域における上部洗浄板210の平面図である。該マスク取扱い装置290は閉じた隔壁291を有し、その中には交換手順の前に交換用のマスクMAを取り付けることができる。前記チェンバー291は洗浄ガスで別々に洗浄することができ、前記上部洗浄板210にはモータ駆動のドア292が設けられ、マスクテーブルが該ドアの下方に位置している時に交換ができるようになっている。図18に示したように、該モータ駆動のドア292の近くに付加的な洗浄ガス出口293が設けられており、マスク交換をしている間に正の圧力差を提供し、それによって洗浄隔壁に到達する全ての汚染物を防いでいる。

【0041】

【実施例3】以下に記載するような点を除いて第1実施例あるいは第2実施例と同様な本発明の第3実施例が図19および図20に示されている。第3実施例においては、短行路フレーム330はチャック340を取り囲んだ大きな閉鎖箱になるように形成されている。

【0042】前記短行路フレーム330は長行路モータ

（図示せず）によって駆動され、従ってY方向には大きく走査運動をする。該短行路フレーム330の中では、チャック340が垂直アクチュエータ（図示せず）によって吊るされている。そのようなアクチュエータは圧縮ガスの供給を必要とし、従って洗浄ガスが供給されなければならない。主マスクステージ隔壁に対する洗浄ガス供給装置360、361が照明システムILと投影システムPLに取り付けられ、従って静止している。また該照明、投影システム、IL、PLに対して排出口351、352も固定されており、前記短行路フレーム330によって形成された閉鎖箱の横方向縁の方へ向かって位置している。該排出口351、352はチャック340の縁と短行路フレーム330との間のスペースから、短行路フレームにおけるオリフィス（図示せず）を介して洗浄ガスを取り出し、従って、閉鎖隔壁の内部領域と、チャック340内のウェル347から外部への洗浄ガスの流れが発生する。この排出口はまた図19に示した排出口351、352とは反対側の短行路フレーム側部にも設けられているが、これらの排出口は明瞭に示すために省略されている。短行路フレーム330がY方向に走査している間も、前記洗浄ガス供給装置360、361と排出口351、352は静止しているので、該供給装置360、361と短行路フレーム330との間、および前記排出口351、352と短行路フレーム330との間には、ガス軸受362、355が形成される。少なくとも該ガス受軸362には内部隔壁内への漏洩を防ぐために洗浄ガスが提供される。前記短行路フレーム330は僅かな程度だけ垂直方向に移動することができるが、これはガス受軸362、355によって吸収される。

【0043】図20は洗浄ガス供給装置360および排出口351、352に対する短行路フレーム330、チャック340およびマスクMAの走査運動の終点における位置関係を示している。図からわかるように、マスクMAの移動跡を密接に取り囲んでいる、前記短行路フレーム330によって形成された閉鎖箱における開口は、照射の行われるその走査の中間位置においては洗浄ガス供給装置の下方を通過するが、その終点においては該開口は閉じられる。

【0044】チャック340の位置の測定を可能にするために、薄膜331が短行路フレーム330によって形成された閉鎖箱の一方の側部における窓を形成しており、X方向の干渉計の測定ビームがチャックの該側部上に設けられた鏡（図示せず）上に入射できるようになっている。該薄膜331は、前記チャック340および短行路フレーム330の走査運動全体に亘って、該チャック340のX方向位置を測定できるようにするために、Y方向に十分に延在している。これらのことが、X方向におけるチャック340の比較的小さな範囲の運動にしか適用しないことを要求しているので、Y方向干渉計Y

—IFからのビーム内で可能なように、より小さな窓を設けることができる。Y方向干渉計ビームを調節する空気シャワー382が短行路フレーム330の上方を延在しており、短行路フレーム330とチャック340の走査領域全体に亘ってY方向干渉計Y—IFからのビームを調節することができる。

【0045】

【実施例4】以下に記載する点を除いて第1実施例から第3実施例までと同様な本発明の第4実施例が図21から図23に示されている。第4実施例においては、短行路フレーム430は開放され可動洗浄箱を形成し、これ

は固定された供給排出ビン411、412によって閉じられている。

【0046】図21は走査方向のY方向から見た第4実施例のマスクステージの断面図である。前記短行路フレーム430はチャック440を取り囲んだ部分的に開放された箱を形成している。該短行路フレーム430は長行路駆動装置（図示せず）によって走査運動のために駆動され、他方チャック440は垂直アクチュエータ（図示せず）によって該短行路フレーム430から支持されており、全ての自由度において小運動を行う。上部排出ビン411は照明システムILに対して固定され、マスクMAの上で内部隔壁へ洗浄ガスを提供する。このガスは短行路フレーム430とチャック440との間における拘束部を通して外部へ流出し、排出口450によってチャック440の側部上から上方へ排出される。投影レンズPLに関して下部排出ビン412が同様に固定され、投影システムPLの第1要素の周囲からガスを排出し、マスクMAの下のスペースを洗浄する。

【0047】図21に示したように、短行路フレーム430によって設けられた部分開放された箱はチャック440の一方の側部から離れ、従って、X方向干渉計X—IFからのビームによって直接的に測定することができる。X方向の断面図である図22に示したように、短行路フレーム430の一方の側部には孔431が設けられていて、ビームをY方向干渉計Y—IFからチャック440へ通すことができる。

【0048】前記短行路フレーム430が上部および下部の供給排出ビン411、412に関して相対的に移動するので、該上部および下部の供給排出ビン411、412の中にガス軸受413が設けられることになる。これらのガス軸受の1つが図23においてより詳細に示されている。この図からわかるように、洗浄ガスが供給導管414を介して供給され、前記供給排出ビン411と短行路フレーム430との間のスペースの中にガス軸受413を形成する。該ガス軸受413からの洗浄ガスは排出口450へ向かって内部へ漏洩し、周辺空気へ向かって外部へ漏洩する。前記供給導管414と周辺空気との間には、付加的な排出導管415が設けられ、ガスを再使用し、空気の内部漏洩を防ぐために、漏洩してきた

洗浄ガスを排出する。前記ガス軸受413は周辺空気と内部洗浄隔壁との間の圧力差によって、磁性的に、あるいは付加的な真空領域によって、あるいは、例えば、付加的な質量の使用によって予圧することができる。

【0049】前記第4実施例は洗浄すべき容積を最少化する。短行路フレーム430における付加的な洗浄ガスの出口自体には、一重壁あるいは二重壁のパイプによって短行路フレーム430へ供給される窒素を提供することができる。投影レンズに取り付けられたZ方向センサー460が外側へ向かって再位置付けされ、下部の供給排出ビン412の外側におけるチャック440の位置を測定することができ、またもし必要ならば、短行路フレーム430内に設けられた窓432を通して測定される。

【0050】図24、図25、図26には前記第4実施例の変形例が示されている。第4実施例の該変形例においては、主な変更点は、ガス軸受413が洗浄板の上ではなくて、短行路フレーム430の上へ来るように移動されるという点にある。従って、該ガス軸受413は洗浄板411、412の平坦な内面に対して作用する。該ガス軸受に対して洗浄ガスは短行路フレーム430へ、屈曲性のある一重壁あるいは二重壁のパイプを介して供給することができる。第4実施例においては、Y方向におけるマスクテーブルの走査運動と長さが等しい平坦な表面が、ガス軸受413あるいは413'に対して用いられるために提供されなければならない。図24、図25の変形例においては、この平坦な表面が固定的な洗浄板の上に設けられていて、可動的なウェハーテーブルの寸法を減らし、移動する質量を減らしている。

【0051】第4実施例の他の変形例においては、下部の供給排出ビン412は投影システムPLのためのケーシングと一体化されても、あるいは照明システムILの構造物の延長部となってもよい。付加的に、前記排出口は、チャック440の両側の間で圧力差が生じるのを防ぐために、チャック440の中に設けられた貫通孔によって、上部洗浄板のみから取り出すことができる。

【0052】

【実施例5】第5実施例が図27から図29に示されている。第5実施例はリソグラフ投影装置の基板（ウェハー）ステージに関する洗浄箱を提供し、今まで記載した全ての実施例と組み合わせることができる。

【0053】図27は、投影レンズPLの最終要素の下に位置した中央領域501を取り囲む第1および第2のダクトエンクロージャー510、520からなる基板ステージの洗浄箱500の水平断面図である。図28は図27の線Q—Qに沿って見た垂直断面図であり、明瞭に示すために垂直方向の尺度を大きくしてある。第1ダクト部材510は、主供給導管511を介して洗浄ガスを中央領域501へ供給するための主供給系を提供する。該

主供給チャンネル511の両側には排出チャンネル512, 513が設けられている。該主供給チャンネル511は長方形の中央領域501の第1辺および第2辺に沿って延在する2つのアーム部514, 515のところで終っている。該アーム514, 515の側壁には一連のオリフィス516 (図28参照) が設けられており、該オリフィスを介して洗浄ガスが中央領域501へ供給される。該アームチャンネル514, 515の底面にもまたまたオリフィス517 (図28参照) が設けられ、該オリフィスを介して洗浄ガスが出ている、ダクト部材510を基板Wから分割保護するためのガス軸受518を形成する。前記排出チャンネル512, 513はそれらの下面において一連のより大寸法のオリフィス519を有していて、前記ガス軸受518からの洗浄ガスと、外部から漏洩してきた空気とを排出するようになっている。

【0054】前記第2ダクト部材520は主排出チャンネル521を有し、これは中央領域501の第3辺に沿って延在し、該中央領域501の1つの側部からの洗浄ガスの全てを除去するために用いられる。該主排出チャンネル521の両側には第2供給チャンネル522, 523が設けられている。該第2供給チャンネル522, 523はそれらの下面において一連のオリフィス527を有し、第2ダクト部材520を基板Wから分離保護するためのガス軸受528を形成している。該第2ダクト部材520の最も外側には第2排出チャンネル524, 525が設けられ、これらは、第1ダクト部材における排出チャンネル512, 513と同様に、その下面においてオリフィス529を有し、ガス軸受528から洗浄ガスを排出し、第2ダクト部材520の下に漏洩した空気が中央領域501へ到達するのを防いでいる。図25はまた第1および第2ダクト部材510, 520の外周に設けられた外部スカート部540を示している。これは第1および第2ダクト部材510, 520の下から中央領域501へ漏洩する空気の流れを制限する作用をする。

【0055】図27でわかるように、前記第1および第2ダクト部材510, 520は、中央領域501に近接した窓531によって閉じられた、空の対角線チャンネル530と合流せず、分離されており、これは投影レンズPLの直下においてウェハの表面を監視するのに必要なセンサー、例えば、レベルセンサーのために必要なチャンネルである。もしそのようなセンサーが装置内で不必要であれば、空チャンネル530は省略してもよい。

【0056】図28は、前記第1および第2ダクト部材510, 520が基準フレームあるいは計測クレームRFに取り付けられていることを示す側面図である。

【0057】洗浄ガスの組成上述した全ての実施例において、前記洗浄ガスは、例えば、極めて純粋な窒素、N

2あるいはHe, Ne, Ar, KrおよびXeのグループから選択されたガス、あるいはこれらガスの2種類あるいはそれ以上の混合ガスからなっているてもよい。用いられるガスの組成は投影ビームの波長の紫外線照射に対してほぼ透明であり、好ましくは、同じ温度、圧力 (例えば、標準的なクリーンルームの条件) の条件下で測定し、同じ波長の照射を行ったときに、空気の屈折率とほぼ同一の屈折率を有している。該屈折率は、好ましくは、干渉変位測定装置IFにおいて用いられる照射ビームの波長において、空気の屈折率と同一であるべきである。マスクステージおよび/または基板ステージにおける洗浄ガスの圧力は大気圧であってもよく、あるいは大気圧以上であってもよく、従って全ての漏洩が結果としてガスの流出となり、入ってくる空気によってシステムを汚染することがない。適当な洗浄ガスのさらなる詳細はヨーロッパ特許出願第00306022.5 (出願人の参考番号P-0197.000-EP) の中で見ることができる。好ましくは混合ガスの組成は、

97.3体積%のN₂と2.7体積%のHe

97.0体積%のN₂と3.0体積%のNe

59.0体積%のN₂と41.0体積%のAr

97.5体積%のArと2.5体積%のXe

92.9体積%のArと7.1体積%のKr

である。

【0058】本発明の特定の実施例について上に述べてきたが、本発明を記載した以外のやり方で実行することができることがわかるであろう。該記載内容は本発明を限定しようとするものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例によるリソグラフ投影装置を示す図である。

【図2】図1のリソグラフ投影装置のマスクステージの平面図で、主要要素を示している。

【図3】図1のリソグラフ投影装置のマスクステージの断面図で、主要要素を示している。

【図4】本発明の第1実施例の洗浄ガスシステムの流れダイアグラムである。

【図5】本発明の第1実施例の変形例による洗浄ガスシステムの流れダイアグラムである。

【図6】本発明の第2実施例によるリソグラフ投影装置のマスクステージのZX平面に平行な断面図である。

【図7】図6のマスクステージのZY平面に平行な断面図である。

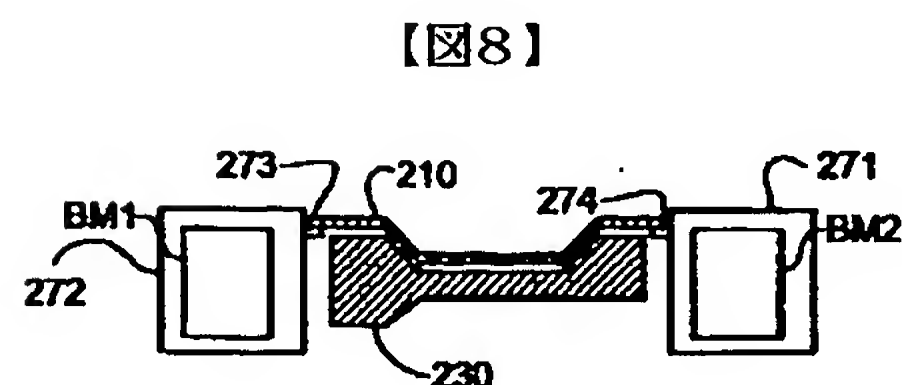
【図8】図6のマスクステージの部分断面図で、上部洗浄板の取り付け具合を示している。

【図9】図6のマスクステージのマスクテーブルの断面図で、カバー板を示している。

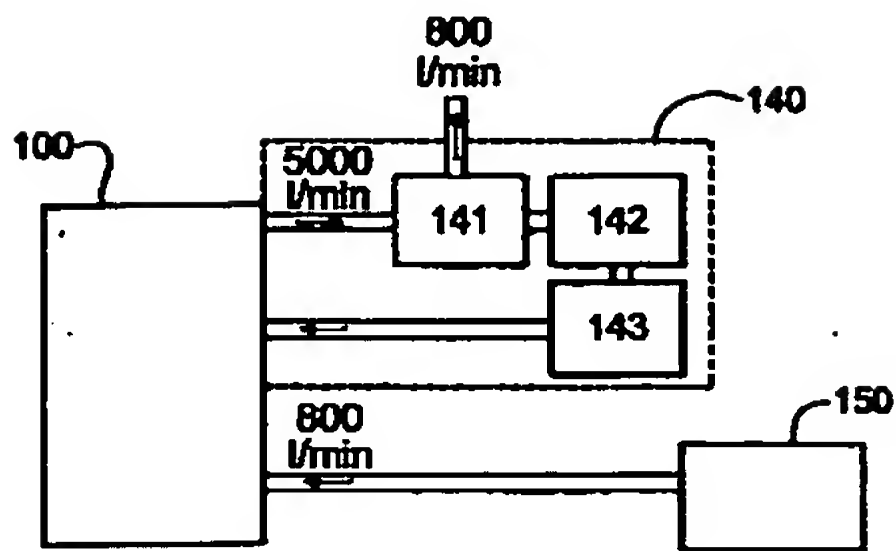
【図10】図6のマスクステージのマスクテーブルの変形例の断面図で、修正されたカバー板を示している。

【図11】図6のマスクステージのマスクテーブルの断

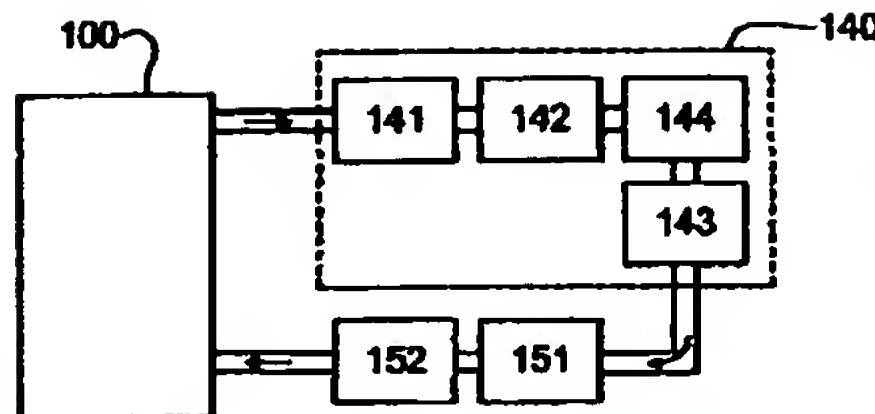
【図29】図27の洗浄ガスシステムの側面図である。



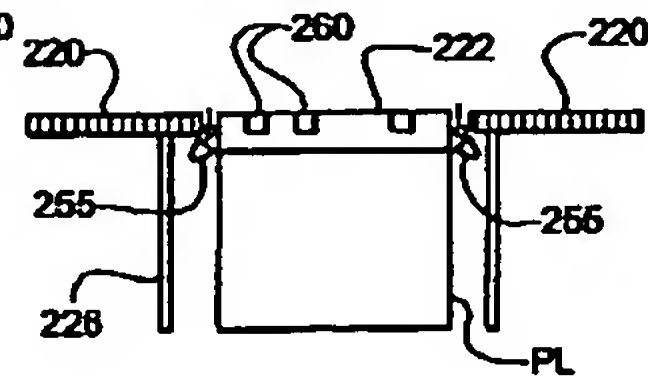
【図4】



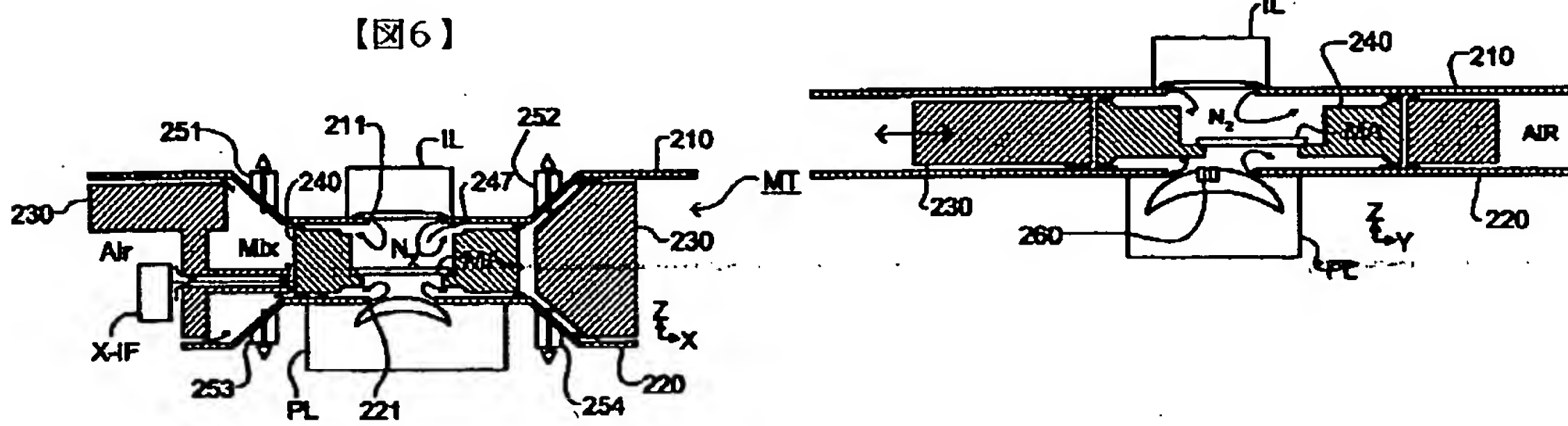
【図5】



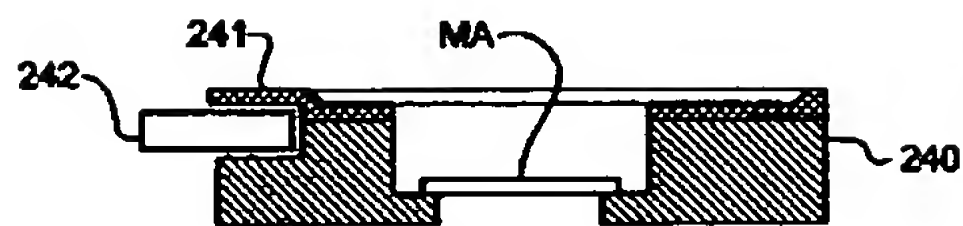
【図15】



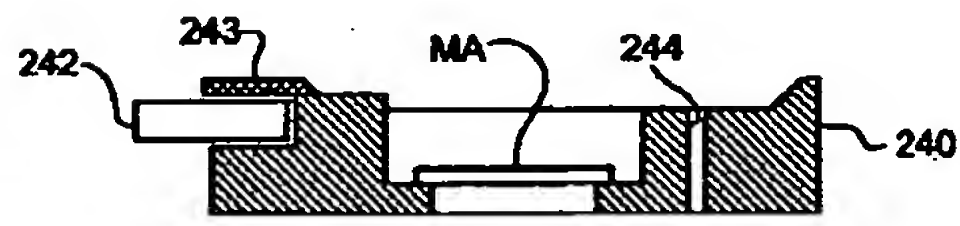
【図7】



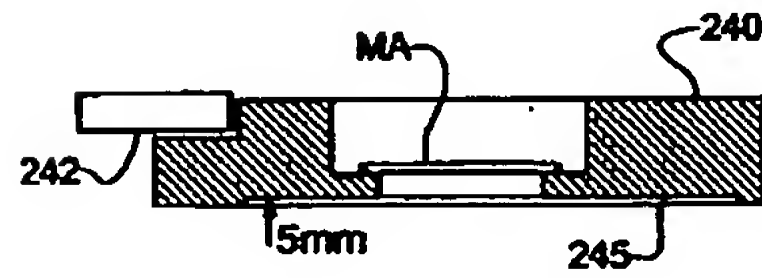
【図9】



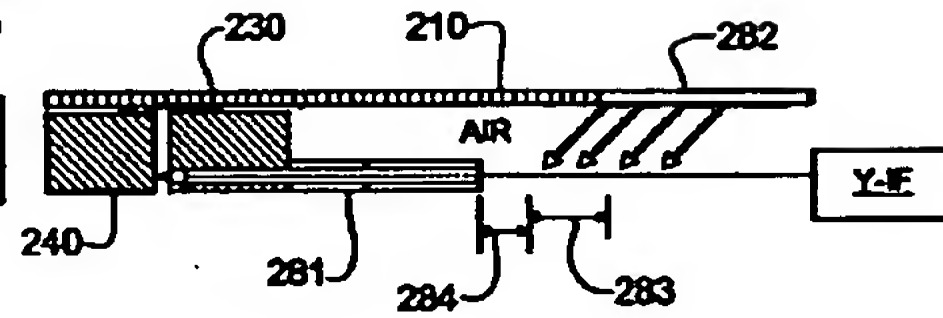
【図10】



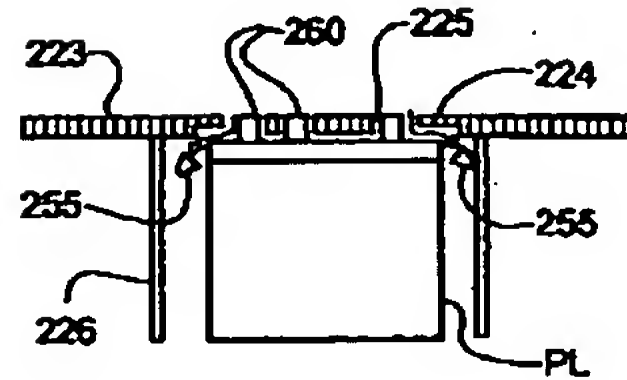
【図11】



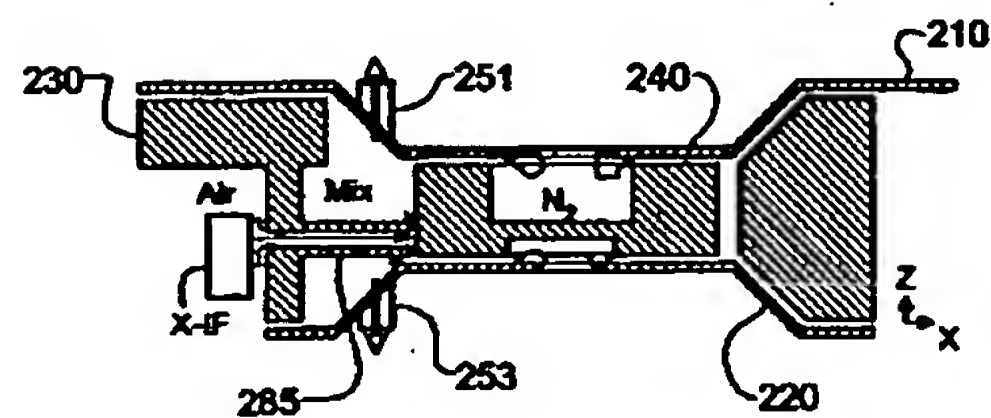
【図13】



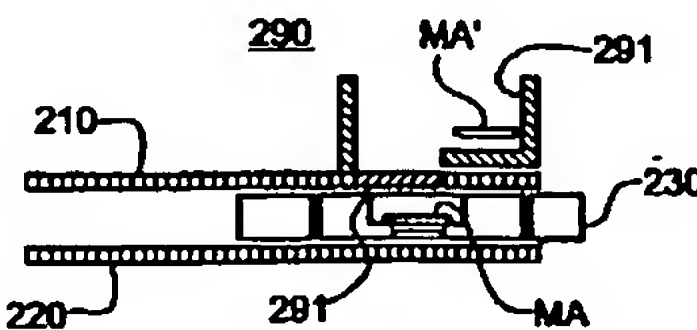
【図16】



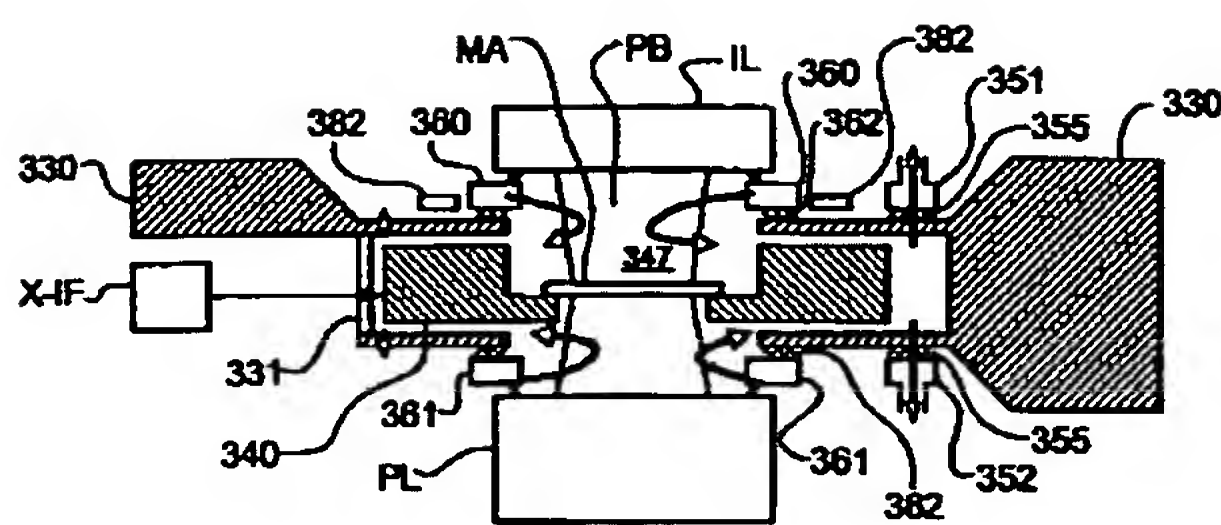
【図14】



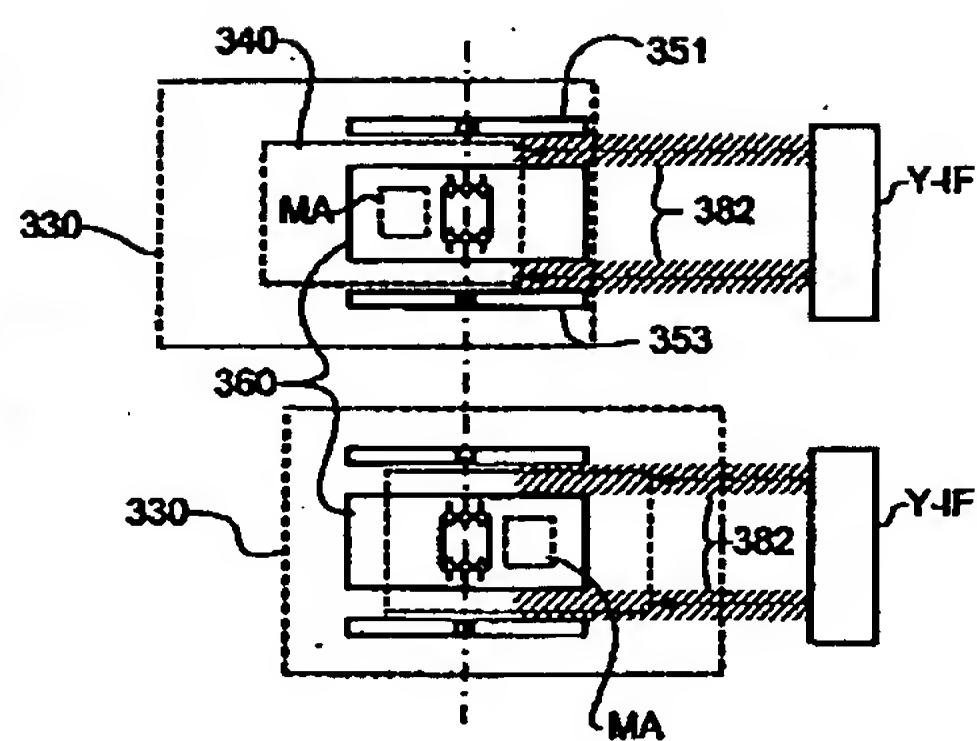
【図17】



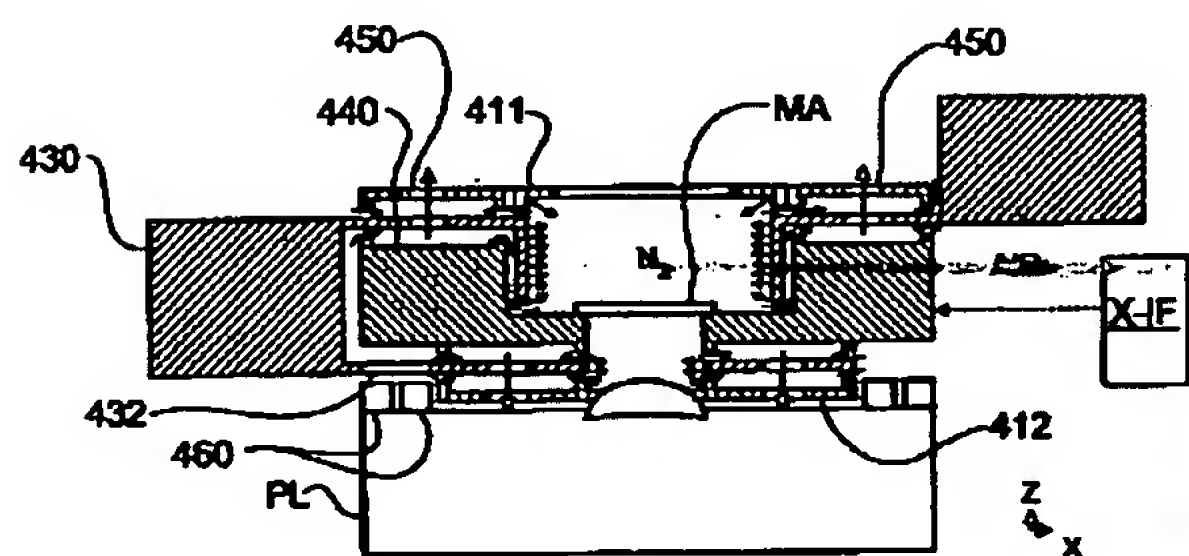
【図19】



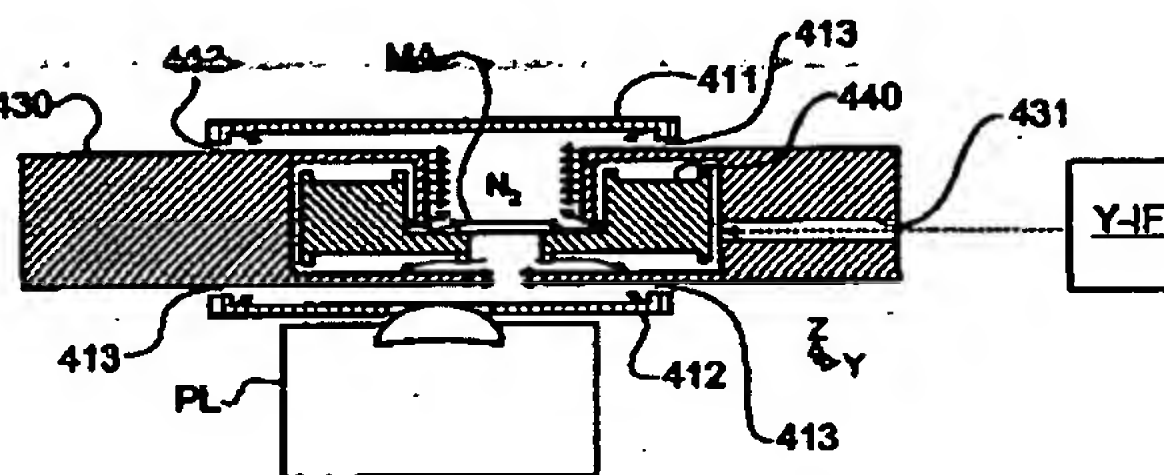
【図20】



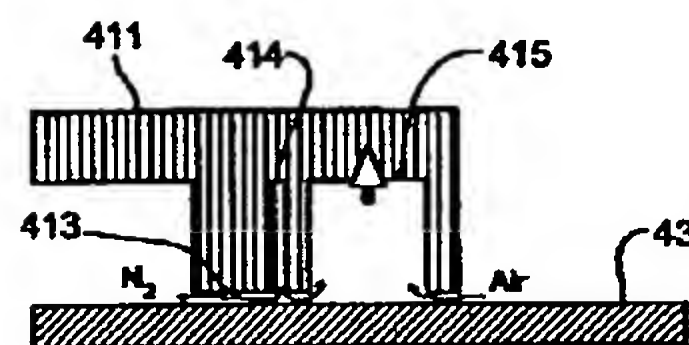
【図21】



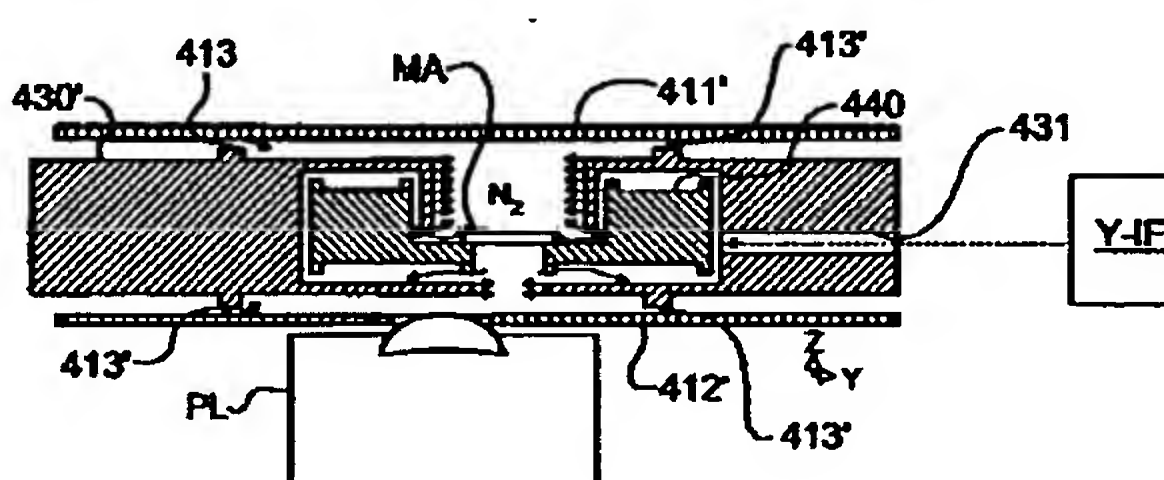
【図22】



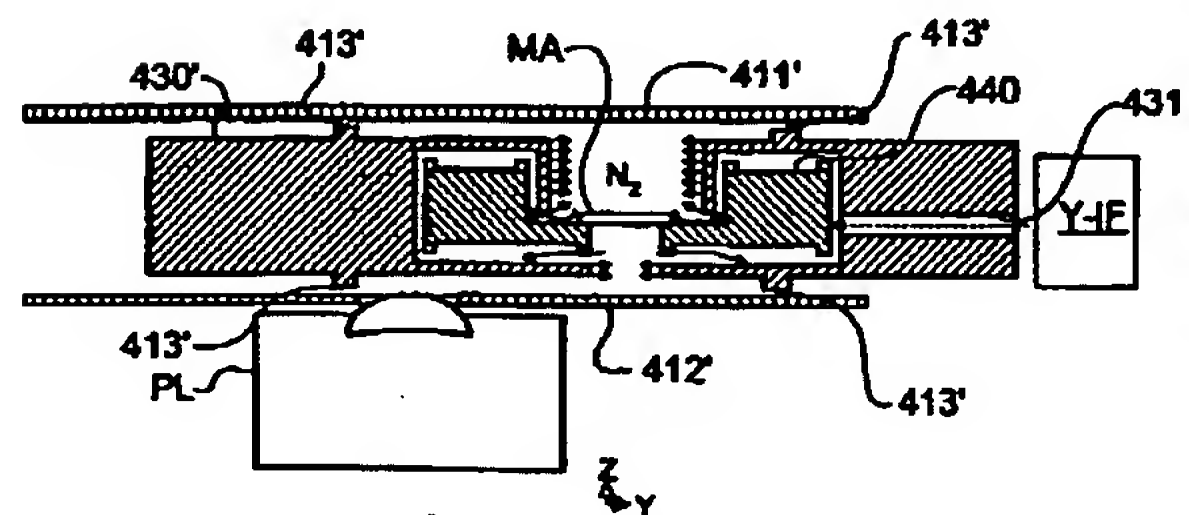
【図23】



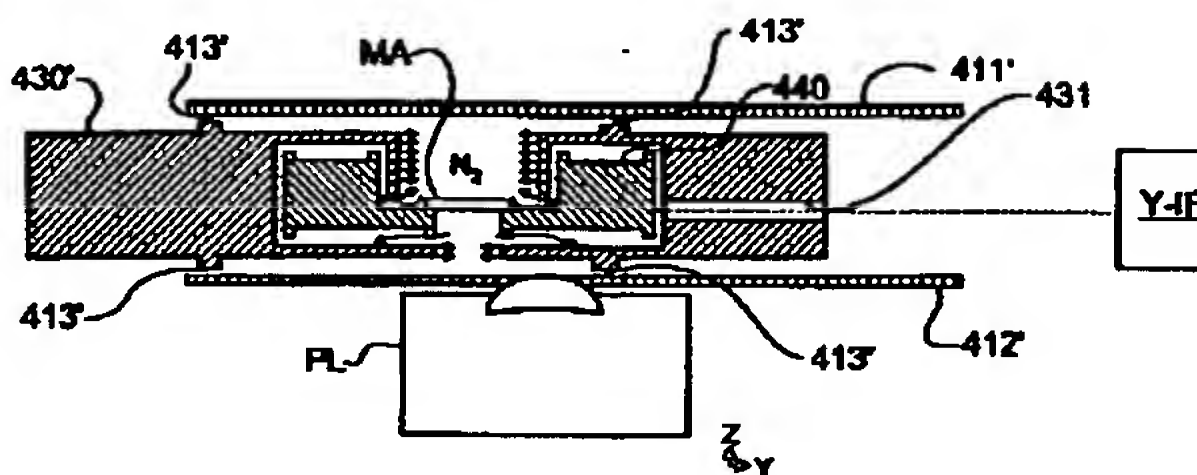
【図24】



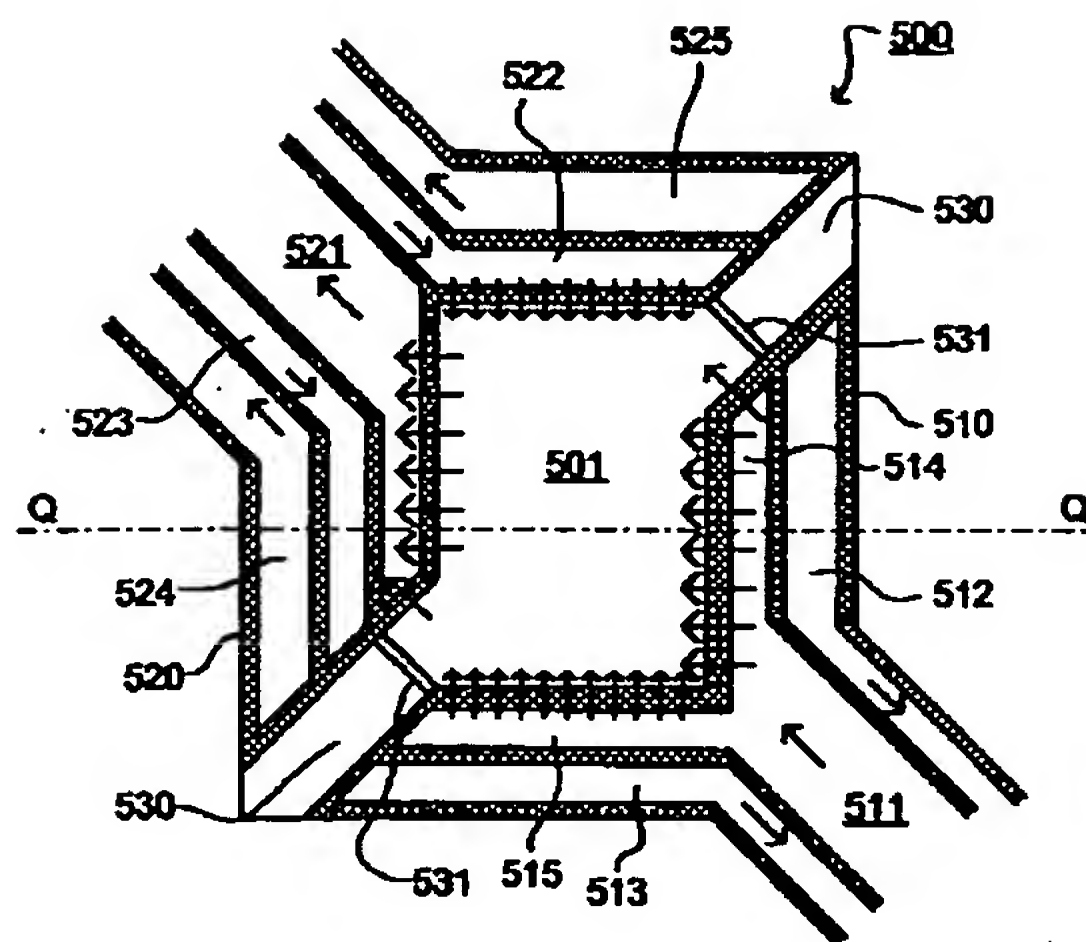
【図25】



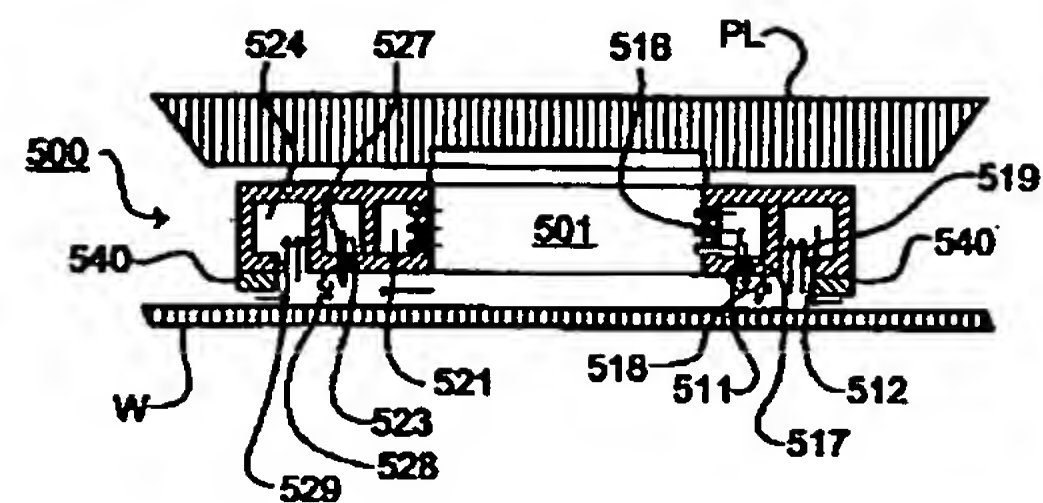
·【图26】



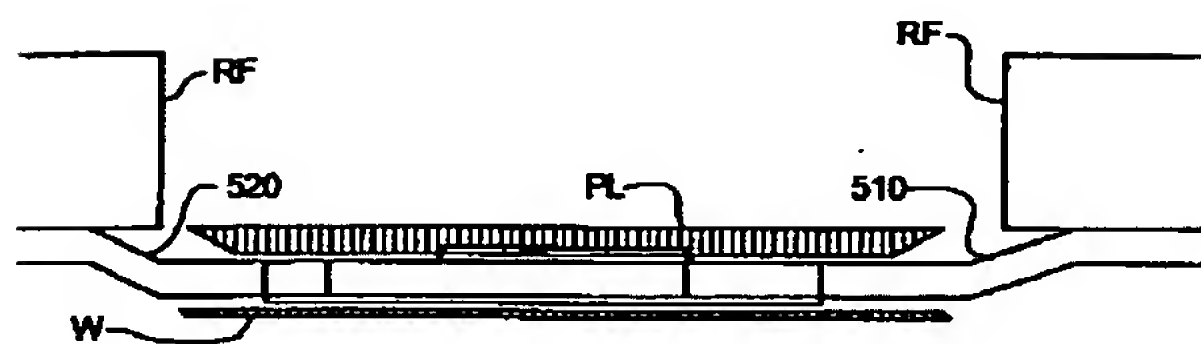
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
|--------------------------|--|---------------|---|
| | | H 0 1 L 21/30 | 5 1 6 F |
| (72)発明者 | ティアルコ アドリアーン ルドルフ ファン エムベル オランダ国 エインドホーフェン、セント ヴィルフリートシュトラート 1 | (72)発明者 | ベルナルドウス アントニウス ヨハネス ルットクイス オランダ国 ノイネン、ハイトフェルデン 9 |
| (72)発明者 | マルセル コエンラート マリー バッゲ ン オランダ国 ノイネン、ボルトゼベク 65 | (72)発明者 | イイム ブン パトリック クワン オランダ国 エインドホーフェン、ジント ニカスユスシュトラート 29ビー |
| | | (72)発明者 | エリック ロエロフ ローアストラ オランダ国 ヘーツェ、アトラス 7 |

【外国語明細書】

1 Title of Invention

Purge Gas Systems for use in Lithographic Projection Apparatus

2 Claims

- (1) A lithographic projection apparatus comprising:
 - an illumination system for supplying a projection beam of radiation;
 - a first object table for holding a mask;
 - a second object table for holding a substrate; and
 - a projection system for imaging an irradiated portion of said mask onto a target portion of said substrate; characterized by:
 - a compartment closely surrounding at least one of said first and second object tables but not surrounding either said illumination system or said projection system, said compartment, in use, being supplied with a purge gas more transparent than air to the radiation of said projection beam.
- (2) Apparatus according to claim 1 wherein said compartment surrounds said first object table.
- (3) Apparatus according to claim 2 wherein said compartment is mounted to a long-stroke module of positioning means for positioning said first object table.
- (4) Apparatus according to claim 2 wherein said first object table is moveable in at least a scanning direction relative to said projection system and said compartment is arranged to move with said first object table.
- (5) Apparatus according to claim 4 wherein first object table is in the form of a frame surrounding said object table, and said compartment is formed by said frame and by first and second purge plates closely conforming to the upper and lower surfaces of said first object table respectively.

(6) Apparatus according to claim 5 wherein said first and second purge plates have apertures respectively corresponding to the illumination and projection systems and purge gas supply orifices surrounding said apertures.

(7) Apparatus according to claim 5 or 6 wherein said first and second purge plates extend to the vicinity of a mask exchange device to allow masks to be exchanged in a purged atmosphere.

(8) Apparatus according to claim 1 wherein said first object table is in the form of a box generally surrounding said first object table to provide said compartment.

(9) ~~Apparatus according to claim 4, 5 or 8 wherein windows are provided in said~~ first object table to allow measurement beams to be distributed onto said first object table.

(10) Apparatus according to claim 1 wherein said first object table has a well in which said mask is held and said first object table has parts extending over the sides of said object table and into said well, the apparatus further comprising upper and lower plates, fixed relative to said illumination and projection systems respectively, for forming said compartment.

(11) Apparatus according to claim 10 further comprising gas bearings provided between said upper and lower plates and said first object table.

(12) A lithographic projection apparatus comprising:
an illumination system for supplying a projection beam of radiation;
a first object table for holding a mask;

a second object table for holding a substrate;

and

a projection system for imaging an irradiated portion of said mask onto a target portion of said substrate; characterized by:

a purge compartment provided between said projection system and said second object table and fixed relative to said projection system.

(13) Apparatus according to any one of the preceding claims wherein the purge gas comprises one or more gases selected from N₂, He, Ar, Kr, Ne and Xe.

(14) Apparatus according to any one of the preceding claims wherein said radiation of said projection beam has a wavelength less than 180 nm, preferably with a value of 157 ± 5 nm or 126 ± 5 nm.

(15) A method of manufacturing a device using a lithographic projection apparatus comprising:

an illumination system for supplying a projection beam of radiation;

a first object table for holding a mask;

a second object table for holding a substrate; and

a projection system for imaging irradiated portions of said mask onto target portions of said substrate; the method comprising the steps of:

providing a mask bearing a pattern to said first object table;

providing a substrate provided with a radiation-sensitive layer to said second object table;

irradiating portions of the mask and imaging said irradiated portions of the mask onto said target portions of said substrate; characterized by the step of:

providing purge gas to a compartment closely surrounding at least one of said first and second object tables but not surrounding either said illumination system

or said projection system, said purge gas being more transparent than air to the radiation of said projection beam.

(16) A device manufactured according to the method of claim 15.

3 Detailed Description of Invention

The invention relates to purge gas systems in a lithographic projection apparatus comprising:

an illumination system for supplying a projection beam of radiation;

a first object table for holding a mask;

a second object table for holding a substrate; and

a projection system for imaging an irradiated portion of said mask onto a target portion of said substrate.

For the sake of simplicity, the projection system may hereinafter be referred to as the "lens"; however, this term should be broadly interpreted as encompassing various types of projection system, including refractive optics, reflective optics, and catadioptric systems, for example. The illumination system may also include elements operating according to any of these principles for directing, shaping or controlling the projection beam, and such elements may also be referred to below, collectively or singularly, as a "lens". In addition, the first and second object tables may be referred to as the "mask table" and the "substrate table", respectively.

Lithographic projection apparatus can be used, for example, in the manufacture of integrated circuits (ICs). In such a case, the mask (reticle) may contain a circuit pattern corresponding to an individual layer of the IC, and this pattern can be imaged onto a target portion (comprising one or more dies) of a substrate (silicon wafer) which has been coated with a layer of radiation-sensitive material (resist). In general, a single wafer will contain a whole network of adjacent target portions which are successively irradiated via the mask, one at a time. In one type of lithographic projection apparatus, each target portion is irradiated by exposing the entire mask pattern onto the target portion in one go; such an

apparatus is commonly referred to as a wafer stepper. In an alternative apparatus — which is commonly referred to as a step-and-scan apparatus — each target portion is irradiated by progressively scanning the mask pattern under the projection beam in a given reference direction (the "scanning" direction) while synchronously scanning the substrate table parallel or anti-parallel to this direction; since, in general, the projection system will have a magnification factor M (generally < 1), the speed V at which the substrate table is scanned will be a factor M times that at which the mask table is scanned. More information with regard to lithographic devices as here described can be gleaned, for example, from International Patent Application WO97/33205, which is incorporated herein by reference.

In general, lithographic apparatus contain a single mask table and a single substrate table. However, machines are becoming available in which there are at least two independently movable substrate tables; see, for example, the multi-stage apparatus described in International Patent Applications WO98/28665 and WO98/40791. The basic operating principle behind such multi-stage apparatus is that, while a first substrate table is at the exposure position underneath the projection system for exposure of a first substrate located on that table, a second substrate table can run to a loading position, discharge a previously exposed substrate, pick up a new substrate, perform some initial measurements on the new substrate and then stand ready to transfer the new substrate to the exposure position underneath the projection system as soon as exposure of the first substrate is completed; the cycle then repeats. In this manner it is possible to increase substantially the machine throughput, which in turn improves the cost of ownership of the machine. It should be understood that the same principle could be used with just one substrate table which is moved between exposure and measurement positions.

To reduce the size of features that can be imaged, it is desirable to reduce the wavelength of the illumination radiation. Wavelengths of less than 180nm are therefore currently being contemplated, for example 157nm or 126nm. However, such wavelengths are strongly absorbed by normal atmospheric air, leading to

unacceptable loss of intensity as the beam traverses the apparatus. Furthermore, contaminants — which may be introduced by, for example, outgassing of the photoresist layer on the substrate — may adsorb onto certain optical elements, such as that lens element (of the projection system) that is nearest to the substrate. The undesirable adsorption of such contaminants will, in general, also lead to detrimental intensity loss. In order to solve these problems, it has been proposed to flush the apparatus with a flow of gas, the gas being substantially transparent to the illumination wavelength, e.g. nitrogen (N_2). However, nitrogen gas of the purity necessary to avoid absorption of the exposure radiation, and in the quantities necessary for a flush of the whole apparatus, is expensive.

It is an object of the invention to provide a lithographic projection apparatus, especially one using radiation substantially absorbed by atmospheric air, in which the consumption of purge gas is reduced.

According to the invention there is provided a lithographic projection apparatus comprising:

- an illumination system for supplying a projection beam of radiation;
- a first object table for holding a mask;
- a second object table for holding a substrate; and
- a projection system for imaging an irradiated portion of said mask onto a target portion of said substrate; characterized by:

- a compartment closely surrounding at least one of one of said first and second object tables but not surrounding either said illumination system or said projection system, said compartment, in use, being supplied with a purge gas more transparent than air to the radiation of said projection beam.

According to the invention there is also provided a lithographic projection apparatus comprising:

- an illumination system for supplying a projection beam of radiation;

a first object table for holding a mask;
a second object table for holding a substrate;

and

a projection system for imaging an irradiated portion of said mask onto a target portion of said substrate; characterized by:

a purge compartment provided between said projection system and said second object table and fixed relative to said projection system.

By providing a compartment closely surrounding either one of said object tables or in the space between the projection system and the substrate table, the volume that must be purged can be substantially reduced, as compared to purging the whole apparatus. As well as the direct saving in purge gas consumption as a result of the reduction in the volume being purged, there are further reductions, since contamination of the purge gas can be reduced, allowing additional reuse, as can leakage of the purge gas. Additionally, the time taken to purge the system back to a sufficiently clean state of operation after the apparatus has been shut down or opened, e.g. for maintenance, is reduced.

Particular additional advantages can be achieved in step-and-scan apparatus where the compartment can be arranged to surround and move with the object rather than surrounding all of the substrate or mask table, drive arrangements and associated components such as sensors. This can be achieved using a combination of a frame, formed as part of the object table, moving between fixed parallel plates, or by forming the object table into a box substantially surrounding the object. Where the compartment is to be formed between the projection system and the substrate (wafer) these items can themselves form opposite sides of the compartment, which may then be defined by ducts fixed relative to the projection lens and forming a frame around the space traversed by the projection beam. A preferential embodiment employs gas flow velocities which are sufficient to completely or partially prevent contaminants (e.g. as introduced by resist outgassing)

from adsorbing onto optical elements in the apparatus. Such velocities may, for example, be of the order of about 1 m/s.

The invention also provides a method of manufacturing a device using a lithographic projection apparatus comprising:

- an illumination system for supplying a projection beam of radiation;

- a first object table for holding a mask;

- a second object table for holding a substrate; and

- a projection system for imaging irradiated portions of said mask onto target portions of said substrate; the method comprising the steps of:

 - providing a mask bearing a pattern to said first object table;

 - providing a substrate provided with a radiation-sensitive layer to said second object table;

 - irradiating portions of the mask and imaging said irradiated portions of the mask onto said target portions of said substrate; characterized by the step of:

 - providing purge gas to a compartment closely surrounding at least one of said first and second object tables but not surrounding either said illumination system or said projection system, said purge gas being more transparent than air to the radiation of said projection beam.

In a manufacturing process using a lithographic projection apparatus according to the invention a pattern in a mask is imaged onto a substrate which is at least partially covered by a layer of radiation-sensitive material (resist). Prior to this imaging step, the substrate may undergo various procedures, such as priming, resist coating and a soft bake. After exposure, the substrate may be subjected to other procedures, such as a post-exposure bake (PEB), development, a hard bake and measurement/inspection of the imaged features. This array of procedures is used as a basis to pattern an individual layer of a device, e.g. an IC. Such a patterned layer may then undergo various processes such as etching, ion-implantation (doping), metallization, oxidation, chemo-mechanical polishing, etc., all intended to finish off an individual layer. If several layers are required, then the whole procedure, or a variant

thereof, will have to be repeated for each new layer. Eventually, an array of devices (dies) will be present on the substrate (wafer). These devices are then separated from one another by a technique such as dicing or sawing, whence the individual devices can be mounted on a carrier, connected to pins, etc. Further information regarding such processes can be obtained, for example, from the book "Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing", Third Edition, by Peter van Zant, McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4.

Although specific reference may be made in this text to the use of the apparatus according to the invention in the manufacture of ICs, it should be explicitly understood that such an apparatus has many other possible applications. For example, it may be employed in the manufacture of integrated optical systems, guidance and detection patterns for magnetic domain memories, liquid crystal display panels, thin-film magnetic heads, etc. The skilled artisan will appreciate that, in the context of such alternative applications, any use of the terms "reticle", "wafer" or "die" in this text should be considered as being replaced by the more general terms "mask", "substrate" and "exposure area" or "target portion", respectively.

The radiation used as the projection beam should not be seen as being restricted to the cited examples of radiation having a wavelength of 157nm or 126nm; it is conceivable that other wavelengths or types may also be used in the present invention.

The invention and its attendant advantages will be further described below with reference to exemplary embodiments and the accompanying schematic drawings.

Embodiment 1

Figure 1 schematically depicts a lithographic projection apparatus according to the invention. The apparatus comprises:

- a radiation system comprising radiation source LA, and illumination system IL (Ex, IN, CO) for supplying a projection beam PB of radiation (e.g. UV radiation with a wavelength of 157 nm or 126 nm);
- a first object table (mask table) MT provided with a mask, or first object, holder for holding a mask MA (e.g. a reticle), and connected to first positioning means for accurately positioning the mask with respect to item PL;
- a second object table (substrate or wafer table) WT provided with a substrate, or second object, holder for holding a substrate W (e.g. a resist-coated silicon wafer), and connected to second positioning means for accurately positioning the substrate with respect to item PL;
- a projection system ("lens") PL (e.g. a refractive or catadioptric system or a mirror group) for imaging an irradiated portion of the mask MA onto an exposure area C (target portion) of a substrate W held in the substrate table WT.

As here depicted, the apparatus is of a transmissive type (i.e. has a transmissive mask). However, in general, it may also be of a reflective type, for example.

The radiation system includes a source LA (e.g. an Hg lamp or an excimer laser) which produces a beam of UV radiation. This beam is caused to traverse various optical components comprised in the illumination system IL - e.g. beam shaping optics Ex, an integrator IN and a condenser CO - so that the resultant beam PB has a desired shape and intensity distribution in its cross-section. The beam PB subsequently intercepts the mask MA, which is held in a mask holder on a mask table MT. Having traversed the mask MA, the beam PB passes through the lens PL, which focuses the beam PB onto an exposure area C of the substrate W. With the aid of the interferometric displacement measuring means IF, the substrate table WT can be moved accurately by the second positioning means, e.g. so as to position different exposure areas C in the path of the beam PB. Similarly, the first positioning

means can be used to accurately position the mask MA with respect to the path of the beam PB, e.g. after mechanical retrieval of the mask MA from a mask library or during scanning motion of the mask. In general, movement of the object tables MT, WT will be realized with the aid of a long-stroke module (course positioning) and a short-stroke module (fine positioning), which are not explicitly depicted in Figure 1. In the case of a waferstepper (as opposed to a step-and-scan apparatus) the mask table may be connected only to a short-stroke positioning device, to make fine adjustments in mask orientation and position, or it may just be fixed. Most components of the apparatus, including all vibration generating components, are mounted on or from the base plate BP and base frame BF. However, the projection lens, as well as necessary components of the interferometric displacement measuring means and other sensors, are mounted on the reference, or metrology, frame RF, which is mechanically isolated from the rest of the apparatus to provide a stable reference.

The depicted apparatus can be used in two different modes:

1. In step-and-repeat (step) mode, the mask table MT is kept essentially stationary, and an entire mask image is projected in one go (i.e. a single "flash") onto an exposure area C. The substrate table WT is then shifted in the X and/or Y directions so that a different exposure area C can be irradiated by the beam PB;
2. In step-and-scan (scan) mode, essentially the same scenario applies, except that a given exposure area C is not exposed in a single "flash". Instead, the mask table MT is movable in a given reference direction (the so-called "scan direction", e.g. the Y direction) with a speed v , so that the projection beam PB is caused to scan over a mask image; concurrently, the substrate table WT is moved in the same or opposite direction at a speed $V = Mv$, in which M is the magnification of the lens PL (typically, $M = 1/4$ or $1/5$). In this manner, a relatively large exposure area C can be exposed, without having to compromise on resolution.

Figures 2 and 3 show in more detail the mask stage, including mask table MT, of the lithographic apparatus according to the first embodiment.

As shown in Figures 2 and 3, the whole of the mask stage of the first embodiment is enclosed in purge compartment 100 which is flushed with a purge gas transparent to the radiation of the projection beam. Suitable compositions for the purge gas are discussed at the end of the description. The mask table MT is connected by long-stroke drive arrangement to balance masses BM1 and BM2 which are encased in respective compartments 110. The long-stroke drive arrangements drive the mask table to scan in the Y direction underneath illumination system IL, and to a mask-exchange position underneath mask handler MH. The position of the mask table is continuously monitored by interferometer IF which directs measurement beams onto mirrors (not shown) mounted on the side face of mask table MT. An air shower AS is provided above the area traversed by the measurement beams for interferometer conditioning. ~~The air shower provides gas of~~ known and constant refractive index, for example the purge gas, at constant temperature to ensure interferometer measurements are not rendered inaccurate by variations in refractive index.

As shown in Figure 3, the mask stage compartment 100 has openings in the upper surface around the illumination system IL and in the lower surface around the projection lens PL. Gaps in the balance mass compartments 110 are provided for the interface between the long-stroke motors and the mask table MT.

To close the lower part of the mask stage compartment 100, an additional plate 105 is mounted to the projection system PL with labyrinthine seals 120 provided between plate 105 and compartment 100. The labyrinthine seals 120 provide a sufficient seal on the mask stage compartment 100 but do not involve actual contact between the plate 105 and the mask stage compartment 100, to prevent transmission of vibrations to the projection system PL. Nevertheless, leakage of purge gas from the mask stage compartment can occur around labyrinthine seals 120 and so purge gas exhausts 130 are provided nearby to collect any such leaking purge gas.

The purge gas for the light path in the vicinity of the mask table MT is provided through purge gas outlets 101 provided close to the mask table MT. Gas to purge the remainder of the mask stage compartment 100 is introduced by the air showers for the Y-Interferometer beams. The major purge gas exhaust (not shown) is provided at a convenient point in the lower part of the compartment.

To avoid excessive consumption of purge gas, this is largely reused. The supply and reuse system is shown in Figure 4. Clean purge gas at the required rate is supplied from purge gas supply 150 and is primarily used in the areas most sensitive to absorption, e.g. in the vicinity of the projection beam, and so is directed to the appropriate outlets 101 in the mask stage compartment 100. The less critical gas used in the mask stage compartment 100, such as gas bearings (air bearings) in the long- and short-stroke drive arrangements and gravity compensators (vertical actuators) in the mask table, can be supplied by recycled purge gas with slightly impaired purity. This is exhausted from the mask stage compartment 100 at a relatively high rate by pump/fan 141. The majority of the exhausted purge gas is passed through a filter 142 and heat exchanger 143 before being returned to the mask stage compartment 100. A proportion of the exhausted, "polluted" purge gas, to match the supply of clean purge gas, is vented, or diverted to tanks for off-site reconditioning. The filter 142 removes contaminants from the purge gas whilst the heat exchanger ensures that it is returned to the mask stage compartment at the correct temperature. The filter 142 and ratio of fresh-to-recycled purge gas are chosen to ensure that the concentration of oxygen and water contamination in the mask stage compartment is kept within acceptable limits, e.g. less than 200 ppm, or preferably less than 20 ppm.

To minimize use of clean purge gas, the free space in the mask stage compartment 100 is kept as small as possible, and to prevent leakage from the compartment into the rest of the machine or into the clean room within which it is used, the compartment 100 may be made double-walled. Within the compartment, sources of contaminants, such as plastic components, adhesives, electronic

components, etc. are minimized and significant contamination sources may be separately enclosed and purged. At start-up of the machine, and after any opening of the mask stage compartment 100 for maintenance, a complete flush with fresh purge gas is performed to bring the level of contaminants down to required levels. During this process, the purge gas is not reused due to its relatively high level of contaminants.

In a variant of the purge gas supply system, shown in Figure 5, a supply of fresh purge gas is avoided by purifying the exhausted purge gas. In this case, a purifier 144 is provided in the air-control cabinet 140 provided in/with the lithographic apparatus and all of the exhausted purge gas extracted by pump/fan 141 is put through this, the filter 142 and heat exchanger 143. The purge gas output from heat exchanger 143 is however not returned directly to the apparatus but passed to a further purifier 151 and heat exchanger 152 provided near to the lithographic apparatus. The purifiers 144, 151 and fan 141 can generate large amounts of heat, electrical noise and vibration and so are preferably isolated from the remainder of the lithographic apparatus as far as possible.

Embodiment 2

A second embodiment of the invention, which may be the same as the first embodiment save as described below, is shown in Figures 6 to 18. In the second embodiment, the mask stage compartment is closed by fixed top and bottom purge plates 210, 220 which closely conform to the shape of the mask table MT. Only the projection beam path, and not the interferometer beam paths, is purged.

As shown in Figure 6, which is a cross-sectional view looking in the scanning, Y, direction, the mask table comprises a short-stroke frame 230, which is driven by the long-stroke drive arrangement (not shown), and chuck 240. The chuck 240 comprises the mask holder for the mask MA and is driven relative to the short-stroke frame 230 by the short-stroke positioning means (not shown). The upper purge plate 210 is fixed to the base frame BF (shown in Figure 1) and has an

aperture around the illumination system IL. The lower purge plate 220 is fixed to the projection system support structure and includes an aperture around the top element in the projection system PL. Both top and bottom purge plates 210, 220 may be hollow or may include conduits (not shown) for the supply of purge gas. This is supplied to the mask stage compartment via orifices 211, 221 provided in the apertures around the illumination system IL and projection system PL. Thus, the purge gas is vented directly into the central well 247 in chuck 240, which is the region traversed by the projection beam. Exhausts 251, 252, 253, 254 are provided at convenient locations, e.g. between the chuck 240 and short-stroke frame 230 to ensure a flow of purge gas away from the mask MA. This arrangement ensures that exhaust gas can only diffuse into the purge compartment through a narrow slit between short-stroke frame 230 and the purge plates 210, 220 and will be evacuated through exhausts 251-254 before reaching the area of the projection beam.

Figure 7 is a cross-sectional view of the mask stage of the second embodiment viewed perpendicular to the scanning direction and shows that the top and bottom purge plates 210, 220 extend along both sides of the illumination and projection systems IL, PL to ensure that the mask table is covered throughout its range of motion. This view also shows the level sensors 260 mounted on the projection lens PL.

Figure 8 shows how the upper purge plate 210 is mounted to compartments 271, 272 for the balance masses BM1, BM2 and the long-stroke drive arrangements, via flanges 273, 274. It can also be seen that the upper purge plate 210 follows the contour of the short-stroke frame 230 with a predetermined gap, e.g. 1mm. The connections between top purge plate 210 and flanges 273, 274 incorporate arrangements to allow this gap to be adjusted.

The upper and lower purge plates 210, 220 may be made of, for example, honeycomb stainless steel plates. This material is non-magnetic to prevent disturbance forces caused by the motor magnets in the long- and short-stroke drive arrangements.

To reduce dead spaces and improve gas flow as the mask table is scanned, the upper surface of the chuck 240 is preferably made as smooth as possible. Figures 9 and 10 illustrate alternative options for arranging this. In Figure 9, the whole of the top of the chuck 240, except the mask aperture, is covered by cover plate 241. The cover plate 241 may be formed of a composite material plated with aluminum. In the variants of Figure 10, only the area over the vertical short-stroke actuator 242 is covered by a cover plate 243, which may again be of composite material.

To even out pressure variations between the top and the bottom of the chuck 240, through-holes 244, shown in Figure 10, are provided. These should be sufficient in number and size to allow rapid equalization of any pressure variations that may occur. Additionally, as shown in Figure 11, a recess 245 can be milled in the lower surface of the chuck 240 so that it has a shape corresponding to the upper surface as far as possible. This serves to equalize any flow, and hence pressure, variations that may occur during movement of the chuck 240.

Figure 12 shows in more detail the placement of exhausts 252, 254. As will be seen, these are situated in the oblique parts of the cover plates 210, 220 ensuring that there is sufficient volume in their vicinity to even out pressure variations. This is the case even in the vicinity of the mounting members 246 which span between the short-stroke frame 230 and the gravity compensator (vertical actuator) 242 mounted on the chuck 240.

As mentioned above, it is necessary to ensure that the space traversed by the interferometer beams which measure the position of the chuck 240 is occupied by a gas of constant refractive index. As shown in Figure 13, an extension pipe 281 is attached to the short-stroke frame 230. The Y-interferometer beam Y-IF passes through the extension pipe 281 and a bore in the short-stroke frame 230 and is reflected by a mirror (not shown) or retro-reflector mounted on the side of the chuck 240. The beam path within the bore in the short-stroke frame 230 and the extension pipe 281 is conditioned by clean purge gas flowing out from the central compartment

of the mask stage whilst the greater part of the beam path outside the short-stroke frame is conditioned by the air shower 282. The air shower 282 may direct clean, dry purge gas at an angle towards the scanning range of the short-stroke stage 230 so as to condition a region 283 underneath the purge plate 210. This, and the extension pipe 281, minimizes the unconditioned length 284 of the Y-interferometer beam path.

For the X-interferometer beams, a different arrangement is necessitated by the need to measure the X-position of the chuck 240 throughout its range of scanning movement in the Y direction. As shown in Figure 14, which is a view similar to Figure 6 but with certain components removed for clarity, a rectangular opening 285 is provided in the short-stroke frame 230 to allow the beam from X-interferometer X-IF to reach chuck 240. Opening 285 defines a narrow slit in the short-stroke frame 230 extending in the Y-direction for the whole length of the movement range of the short-stroke frame 230. Conditioning air for the X-interferometer beam passes through the opening 285 but this flow is minimized by making the letterbox 285 narrow and extend close to the chuck 240. Conditioning air for the X-interferometer beam mixes with the purge gas in the space between chuck 240 and short-stroke frame 230 but is prevented by pressure differentials from flowing into the inner space where the mask is provided.

Where the top of the projection lens PL presents a flat surface 222, as in Figure 15, this itself can form the lower boundary of the inner purge compartment. In such an arrangement Z and other sensors 260 are inset into the top of the projection lens compartment. The lower purge plate 220 is then divided into separate parts either side of the projection system PL. The two parts of the lower purge plate 220 are arranged not to contact the projection system PL to prevent transmission of vibrations to the projection system PL. Additional exhausts 255 are provided to remove purge gas leaking through the resultant gap. These can be situated between the main casing of the projection lens PL and an outer lens cooler 226, for example.

In an alternative arrangement, shown in Figure 16, where the Z and other sensors 260 extend above the top of the projection lens, the lower purge plate 223 is formed to extend over the top of the projection lens with a central aperture (not shown) for the projection beam and additional apertures 225 for the sensors 260. Cut-aways 224 in the lower part of the purge plate 223 can be provided to enable a close fit to the projection system PL whilst avoiding actual contact.

To avoid the need to re-flush the complete mask stage compartment with clean purge gas after mask exchange, the mask exchange is arranged to occur in purge gas. To effect this, the upper and lower purge plates 210, 220 extend underneath the mask handler 290, shown in Figures 17 and 18. Figure 17 is a cross-sectional view of the mask handler 290 and Figure 18 is a plan view of the upper purge plate 210 in this area. The mask handler 290 includes a closed compartment 291 in which the replacement mask MA' can be provided in advance of the exchange procedure. The chamber 291 can be separately flushed with purge gas and a motorized door 292 is provided in the upper purge plate 210 to allow for exchange when the mask table is positioned underneath it. As shown in Figure 18, additional purge gas outlets 293 are provided in the vicinity of the motorized door 292 to provide positive pressure differential of purge gas during mask exchange and thereby prevent any contamination reaching the purge compartment.

Embodiment 3

A third embodiment of the invention, which may be the same as the first or second embodiments save as described below, is shown in Figures 19 and 20. In the third embodiment, the short-stroke frame 330 is formed into a largely closed box surrounding the chuck 340.

The short-stroke frame 330 is driven by the long-stroke motors (not shown) and thus makes large scanning moves in the Y-direction. Within the short-stroke frame 330, the chuck 340 is suspended by vertical actuators (not shown). Such actuators might require the supply of compressed gas, which should then be

supplied with purge gas. The purge gas supplies 360, 361 to the main mask stage compartment are mounted to the illumination system IL and projection system PL and are therefore stationary. The exhausts 351, 352 are also fixed relative to the illumination and projection systems IL, PL and are situated towards the lateral edge of the closed box formed by the short-stroke frame 330. The exhausts 351, 352 take purge gas, through orifices (not shown) in the short-stroke frame, from the space between the edges of the chuck 340 and the short-stroke 330 so that there is a flow of purge gas from the inner area of the closed compartment, the well 347 in the chuck 340, outwards. Note that exhausts are also provided on the other side of the short-stroke frame from exhausts 351, 352 shown in Figure 19 but these exhausts have been omitted from the Figure for clarity. As the purge gas supplies 360, 361 and exhausts 351, 352 are stationary whilst the short-stroke frame 330 scans in the Y-direction, gas bearings 362, 355 are provided between the supplies 360, 361 and short-stroke stage 330 and between the exhausts 351, 352 and the short-stroke frame 330. At least the gas bearings 362 are provided with purge gas to prevent leakage into the inner compartment. The short-stroke frame 330 can move vertically to a small degree and this is accommodated by the gas bearings 362, 355.

Figure 20 shows the short-stroke frame 330, chuck 340 and mask MA in the extremes of their scanning motion relative to the purge gas supply 360 and exhausts 351, 352. As can there be seen, the apertures in the closed box formed by the short-stroke stage 330, which closely surround the footprint of the mask MA, passes under the purge gas supply in the middle portion of its scan, when the exposure is effected, but is closed at the extremes.

To enable measurement of the position of the chuck 340, a membrane 331 forms a window in one side of the closed box formed by the short-stroke stage 330 to allow the X-interferometer measurement beam to be incident on a mirror (not shown) provided on the side of the chuck. The membrane 331 extends in the Y-direction sufficiently to allow the X-position of the chuck 340 to be measured throughout the scanning motion of the chuck 340 and short-stroke frame 330. Smaller windows can

be provided to allow in the beams from the Y-interferometers Y-IF since these need only accommodate the relatively small range of movement of the chuck 340 in the X-direction. The air shower 382 for conditioning the Y-interferometer beam extends above the short-stroke frame 330 and can condition the beams from the Y-interferometer Y-IF throughout the scanning range of the short-stroke frame 330 and chuck 340.

Embodiment 4

A fourth embodiment, which may be the same as the first to third embodiments save as described below, is shown in Figures 21 to 23. In the fourth embodiment, the short-stroke frame 430 forms an open, moving purge-box which is closed by fixed supply and exhaust bins 411, 412.

Figure 21 is a cross-sectional view of the mask stage of embodiment 4 viewed in the scanning, Y, direction. The short-stroke frame 430 forms a partially-open box surrounding the chuck 440. The short-stroke frame 430 is driven for the scanning motion by the long-stroke drive (not shown) whilst the chuck 440 is supported from the short-stroke frame 430 by vertical actuators (not shown) and makes small movements in all degrees of freedom. The upper exhaust bin 411 is fixed with respect to the illumination system IL and provides purge gas to the inner compartment above the mask MA. This gas flows outwardly past restrictions between the short-stroke frame 430 and chuck 440 and is exhausted upwardly from above the sides of the chuck 440 by exhausts 450. Lower exhaust bin 412 is similarly fixed relative to projection lens PL and exhausts gas from around the first element of the projection system PL so as to purge the space below the mask MA.

As shown in Figure 21, the partially-open box provided by the short-stroke frame 430 leaves one side of the chuck 440 free so that it can be measured directly by the beams from the X-interferometer X-IF. As shown in Figure 22, which is a cross-sectional view in the X-direction, a bore 431 is provided in one side of the

short-stroke frame 430 to allow the beam from the Y-Interferometer Y-IF through to the chuck 440.

Since the short-stroke frame 430 will move relative to the upper and lower supply and exhaust bins 411, 412, gas bearings 413 are provided in the upper and lower supply and exhaust bins 411, 412. One of these gas bearings is shown in greater detail in Figure 23. As can there be seen, purge gas is supplied through supply conduit 414 to form gas bearing 413 in the space between the supply and exhaust bin 411 and the short-stroke frame 430. The purge gas from the gas bearing will leak inwardly towards the exhausts 450 and outwardly towards ambient air. An additional exhaust conduit 415 is provided between the supply conduit 414 and ambient air to exhaust leaking purge gas for recycling and to prevent inward leaks of air. The gas bearings 413 can be pre-stressed by a pressure differential between ambient air and the inner purge compartment, magnetically, by additional vacuum areas or using additional mass, for example.

The fourth embodiment minimizes the volume that must be purged. Additional purge gas outlets on the short-stroke frame 430 itself can be provided, with nitrogen supplied to the short-stroke frame 430 by a simple, or double-walled, pipe. The Z-sensors 460 mounted to the projection lens can be repositioned outwardly so as to measure the position of the chuck 440 outside the lower supply and exhaust bin 412 and if necessary through a window 432 provided in the short-stroke frame 430.

A variant of the fourth embodiment is shown in Figures 24, 25 and 26. In the variant of the fourth embodiment, the principal change is that the gas bearings 413' are moved to be on the short-stroke frame 430', rather than the purge plate. The gas bearings 413' therefore bear against the flat inner surfaces of the purge plates 411', 412'. Purge gas can be supplied to the short-stroke frame 430 for the bearings by a flexible single- or double-walled pipe. In the fourth embodiment, a flat surface equal in length to the scanning motion of the mask table in the Y direction must be provided for the gas bearings 413 or 413' to bear against. In the variant of Figures

24 to 25, this flat surface is provided on the fixed purge plates allowing the size of the moving wafer table to be reduced, reducing the moving mass.

In other variations of the fourth embodiment, the lower supply and exhaust bin 412 can be integrated into the casing for the projection system PL or as an extension of the IL structure. Additionally, the exhaust can be taken only from the upper purge plate with through-holes provided in the chuck 440 to ensure no pressure differential between the sides of the chuck 440 arises.

Embodiment 5

A fifth embodiment is shown in Figures 27 to 29. The fifth embodiment provides a purge box arrangement for the substrate (wafer) stage of the lithographic projection apparatus and may be combined with any of the embodiments described above.

Figure 27 shows a horizontal cross-section of the substrate stage purge box 500 which comprises first and second duct enclosures 510, 520 surrounding central area 501 which is situated underneath the final element of the projection lens PL. Figure 28 is a vertical cross-section along the line Q-Q in Figure 27 with the vertical scale exaggerated for clarity. First duct member 510 provides the major supply of purge gas to the central area 501 through main supply conduit 511. Either side of main supply channel 511 are exhaust channels 512 and 513. The main supply channel 511 ends in two arms 514, 515 extending along the first and second sides of the rectangular central area 501. The side walls of arms 514, 515 are provided with an array of orifices 516 (shown in Figure 28) through which the purge gas is provided to the central area 501. The bottom surfaces of arm channels 514, 515 are also provided with orifices 517 (shown in Figure 28) through which the purge gas exits to form gas bearings 518 to keep duct member 510 off the substrate W. The exhaust channels 512, 513 have an array of larger orifices 519 in their lower surfaces for exhausting purge gas from the gas bearings 518 and any air leaking in from the outside.

The second duct member 520 carries the major exhaust channel 521 which extends along the third side of central area 501 and is used to remove the bulk of the purge gas from one side of central area 501. Secondary supply channels 522, 523 are provided either side of main exhaust channel 521. Secondary supply channels 522, 523 have an array of orifices 527 in their lower surfaces so as to form gas bearings 528 to keep the second duct member 520 off substrate W. Outmost in second duct member 520 are secondary exhaust channels 524, 525 which have orifices 529 in their lower surfaces, similarly to exhaust channels 512, 513 in the first duct member, for exhausting purge gas from the gas bearings 528 and preventing any air that may leak under the second duct member 520 from reaching the central area 501. Figure 25 also shows an outer skirt 540 which is provided around the periphery of first and second duct members 510, 520. This serves to limit the flow of air leaking underneath the first and second duct members 510, 520 to the central area 501.

As can be seen in Figure 27, the first and second duct members 510, 520 do not meet but leave a clear diagonal channel 530, closed adjacent the central area 501 by windows 531, for sensors, e.g. level sensors, which need to observe the surface of the wafer immediately underneath the projection lens PL. If no such sensors are necessary in the apparatus, the clear channel 530 may be omitted.

Figure 28 is a side view showing that the first and second duct members 510, 520 are mounted to the reference, or metrology, frame RF.

Purge Gas Compositions

In all of the embodiments described above, the purge gas may, for example, comprise very pure nitrogen, N_2 , or a gas selected from the group He, Ne, Ar, Kr and Xe, or a mixture of two or more of any of these gases. The gas composition used is one which is substantially transparent to UV radiation of the wavelength of the projection beam and preferably has a refractive index which is substantially the same

as that of air, when measured under the same conditions of temperature and pressure (e.g. standard clean room conditions) and using radiation of the same wavelength. The refractive index should preferably be the same as that of air at the wavelength of a radiation beam used in the interferometric displacement measuring means IF. The pressure of the purge gas in the mask and/or substrate stages may be atmospheric pressure, or it may be above atmospheric pressure so that any leak results in an outflow of gas rather than contaminating the system with incoming air. Further details of suitable purge gasses can be found in co-pending European patent application number 00306022.5 (Applicant's ref P-0197.000-EP). Preferred mixtures of gases include:

97.3 vol.% N₂ and 2.7 vol.% He

97.0 vol.% N₂ and 3.0 vol.% Ne

59.0 vol.% N₂ and 41.0 vol.% Ar

97.5 vol.% Ar and 2.5 vol.% Xe

92.9 vol.% Ar and 7.1 vol.% Kr.

Whilst we have described above specific embodiments of the invention it will be appreciated that the invention may be practiced otherwise than described. The description is not intended to limit the invention.

4 Brief Description of Drawings

Figure 1 depicts a lithographic projection apparatus according to a first embodiment of the present invention;

Figure 2 is a plan view of the mask stage of the lithographic apparatus of Figure 1, showing the major components;

Figure 3 is a cross-sectional view of the mask stage of the lithographic apparatus of Figure 1, showing the major components;

Figure 4 is a flow diagram of the purge gas system of the first embodiment of the present invention;

Figure 5 is a flow diagram of the purge gas system according to a variation of the first embodiment of the present invention;

Figure 6 is a view in cross-section parallel to the ZX-plane of the mask stage of a lithographic projection apparatus according to a second embodiment of the present invention;

Figure 7 is a view in cross-section parallel to the ZY-plane of the mask stage of Figure 6;

Figure 8 is a partial, cross-sectional view of the mask stage of Figure 6 showing the mounting of the upper purge plate;

Figure 9 is a cross-sectional view of the mask table of the mask stage of Figure 6 showing the cover plate;

Figure 10 is a cross-sectional view of a variation of the mask table of the mask stage of Figure 6 showing a modified cover plate;

Figure 11 is a cross-sectional view of the mask table of the mask stage of Figure 6 showing the shape of the bottom of the table;

Figure 12 is a partial, cross-sectional view of the mask table of Figure 6 showing exhaust arrangements;

Figure 13 is a cross-sectional view of an arrangement for conditioning the beam path of an interferometer in the mask stage of Figure 6;

Figure 14 is a cross-sectional view of the mask stage of Figure 6 showing a "letter-box" arrangement for passing an interferometer beam into the purge compartment;

Figure 15 is a partial, cross-sectional view of the mask stage of Figure 6 showing the mounting of the lower purge plate to the projection lens;

Figure 16 is a partial, cross-sectional view of the mask stage of Figure 6 showing an alternative arrangement for mounting the lower purge plate to the projection lens;

Figure 17 is a partial, cross-sectional view of the mask stage of Figure 6 showing the arrangements for mask exchange;

Figure 18 is a partial plan view of the upper purge plate of the mask stage of Figure 6 showing the mask exchange opening;

Figure 19 is a cross-sectional view of the mask stage of a lithographic projection apparatus according to a third embodiment of the present invention;

Figure 20 shows the mask stage of Figure 19 in plan with the mask table in two extreme positions of its scanning motion;

Figure 21 is a cross-sectional view of the mask stage of a lithographic projection apparatus according to a fourth embodiment of the present invention;

Figure 22 is a cross-sectional view, taken perpendicularly to Figure 21, of the mask stage of Figure 21;

Figure 23 is a cross-sectional view of a bearing arrangement in the mask stage of Figure 21;

Figures 24 to 26 are cross-sectional views of the mask stage of a variant of the fourth embodiment with the mask table in different positions.

Figure 27 is a horizontal cross-section of a purge gas system in the substrate stage of a lithographic projection apparatus according to a fifth embodiment of the present invention;

Figure 28 is a cross-sectional view along the line Q-Q in Figure 27 of the substrate stage of the fifth embodiment of the present invention; and

Figure 29 is a side view of the purge gas system of Figure 27.

Fig. 1

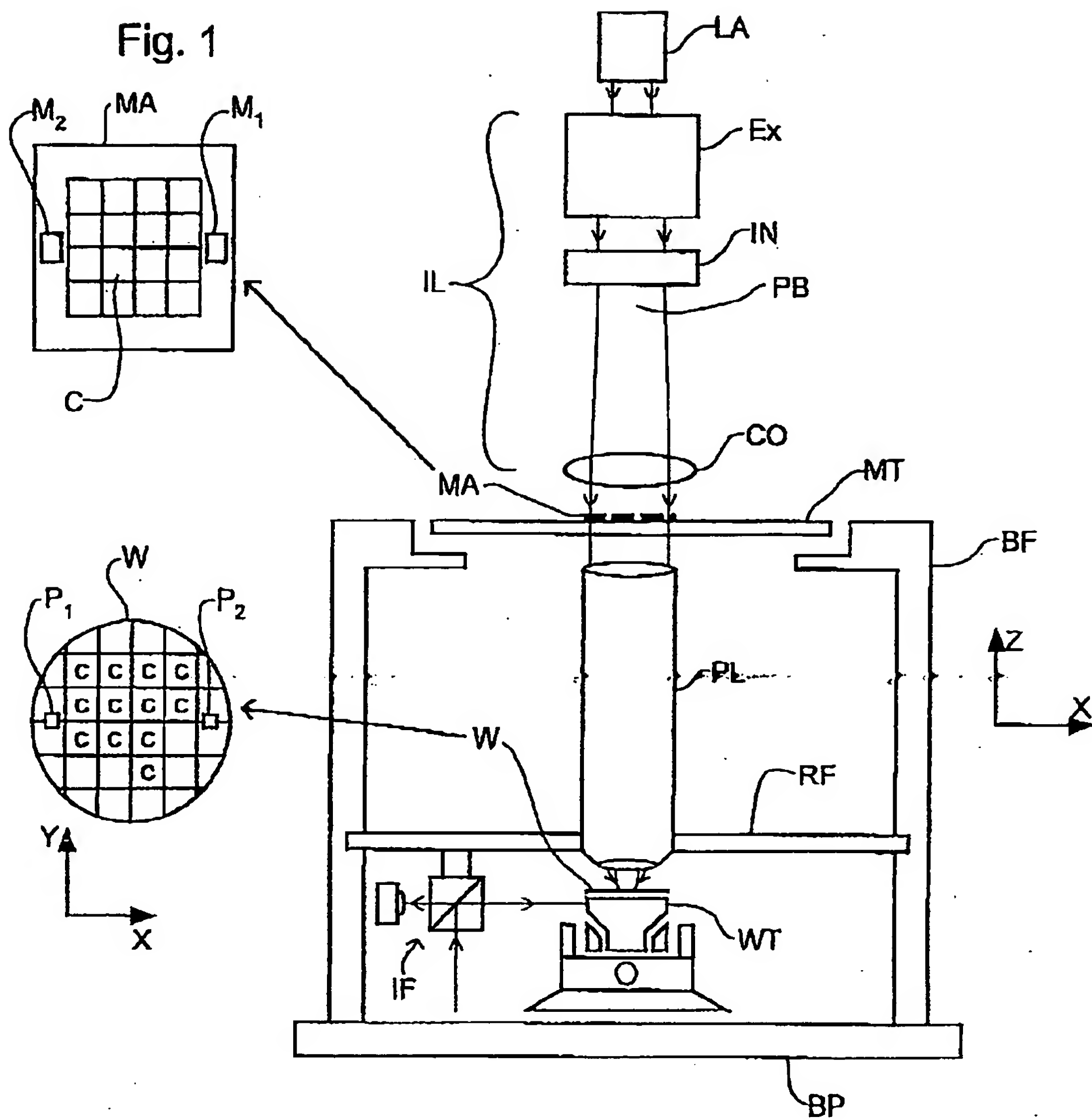


Fig. 2

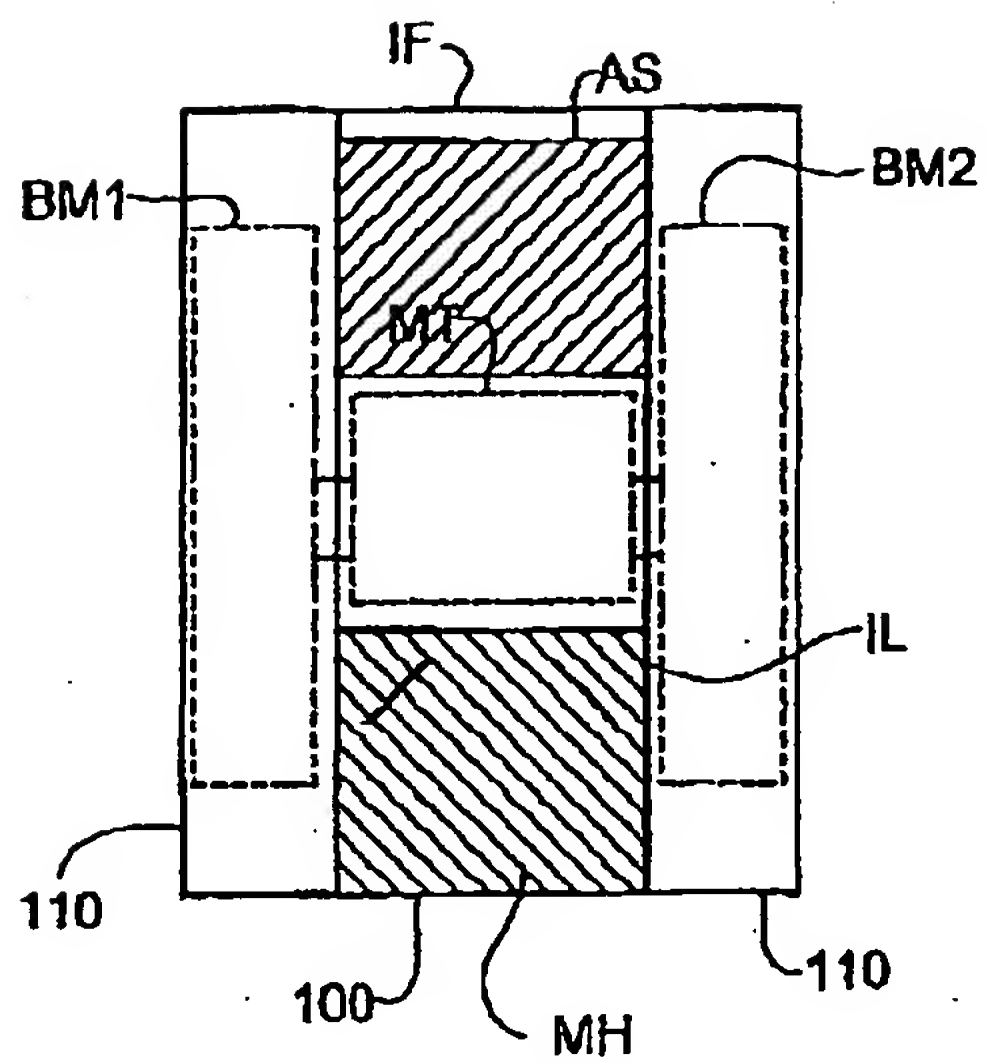


Fig. 3

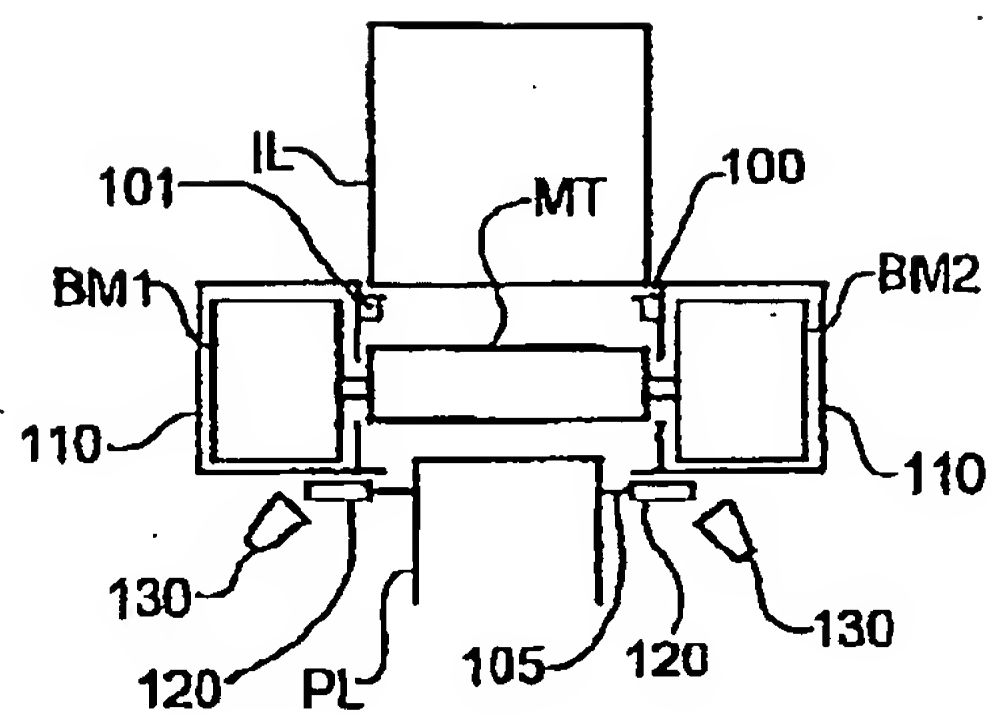


Fig. 4

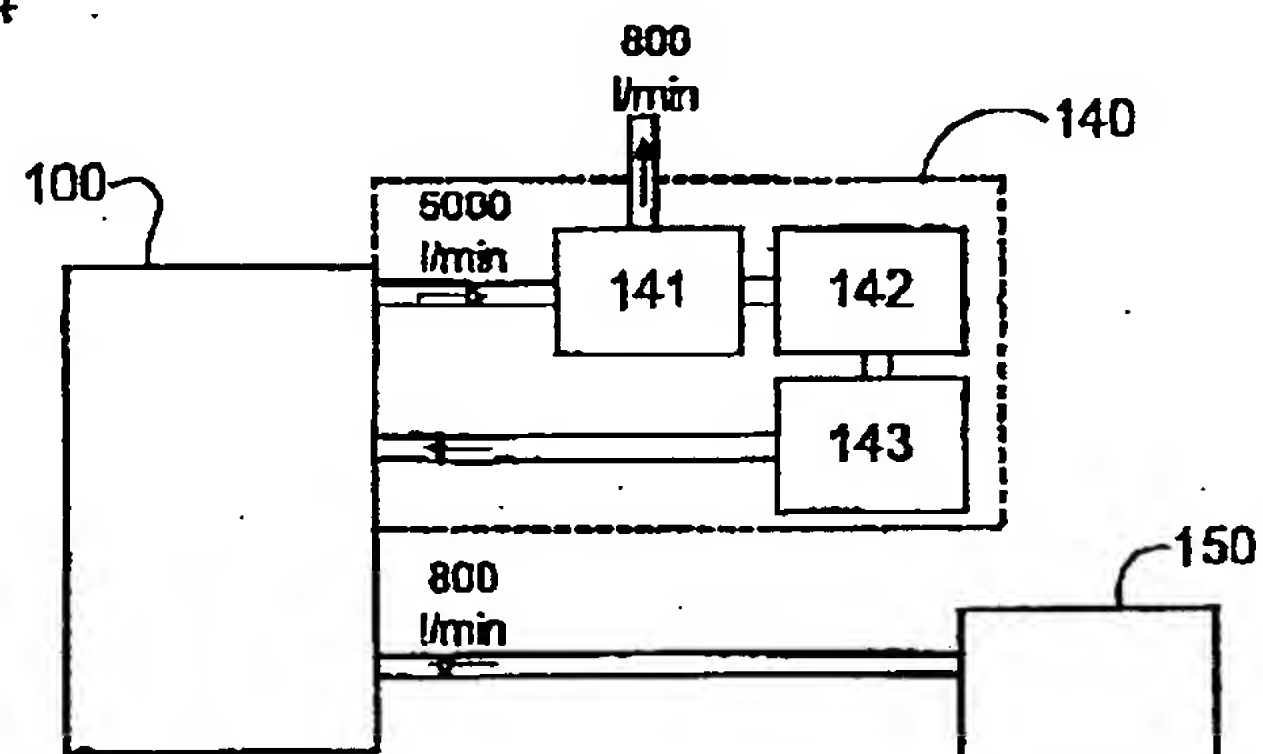


Fig. 5

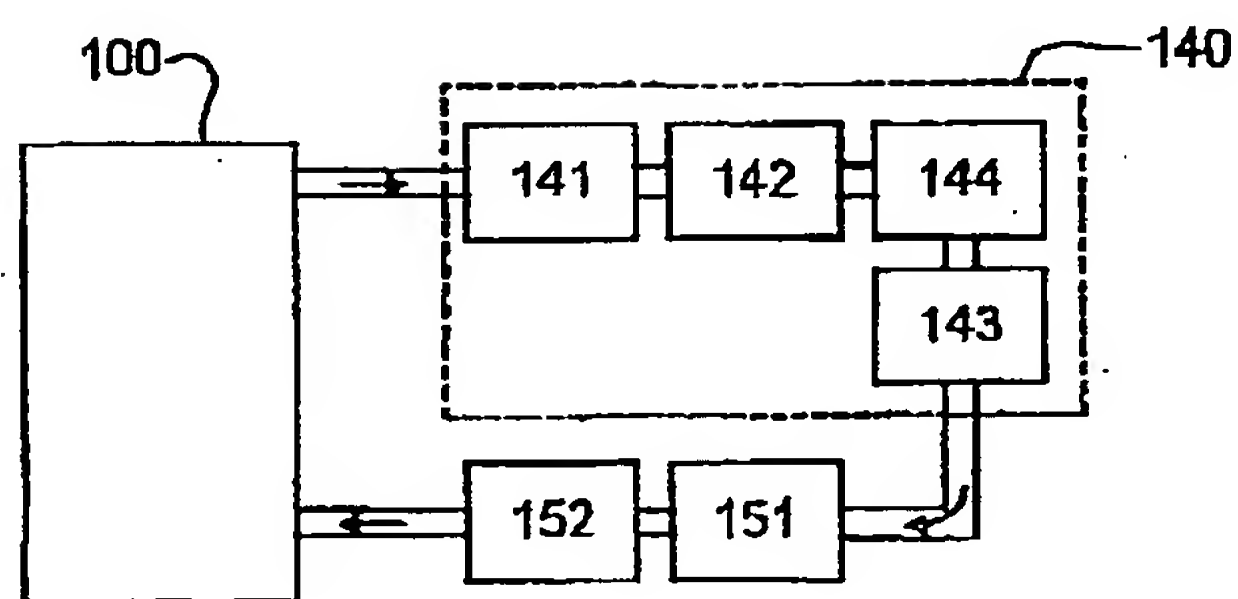


Fig. 6

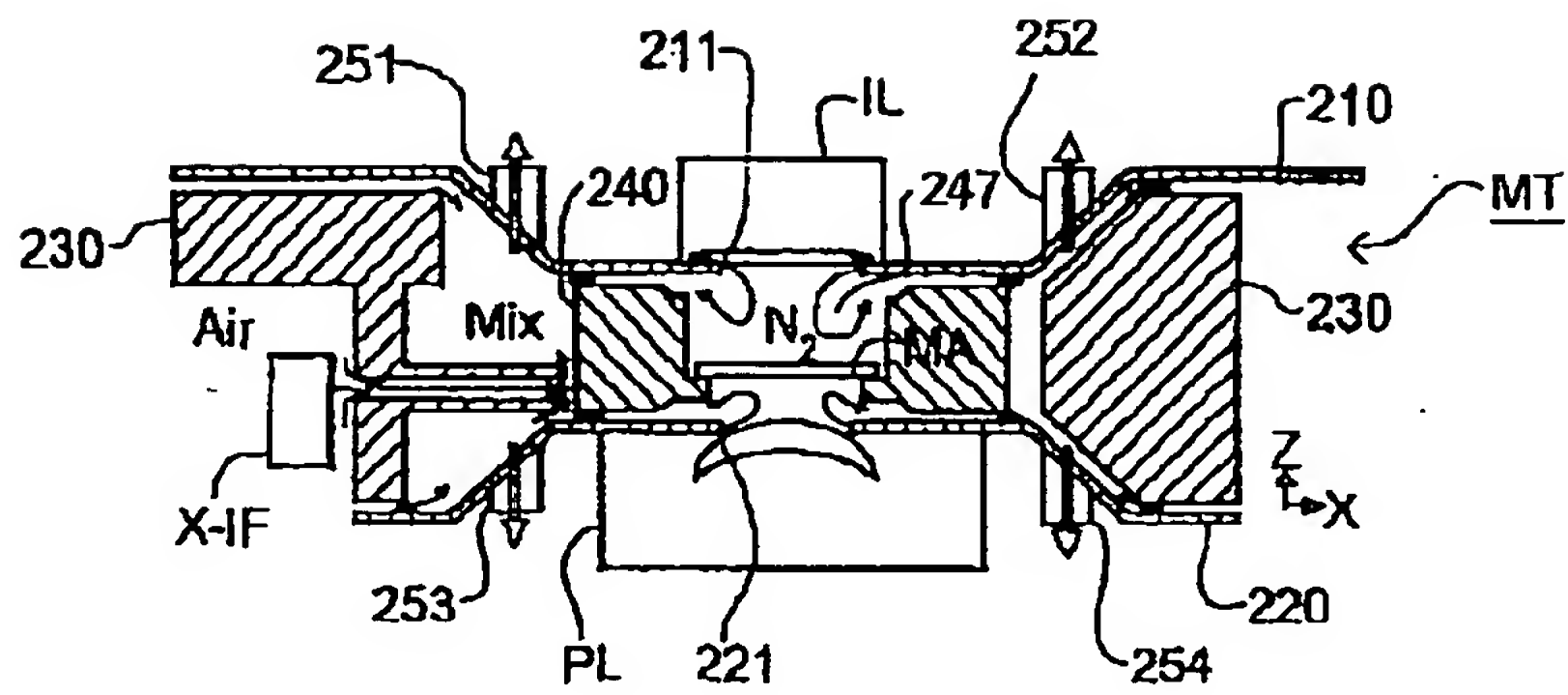


Fig. 7

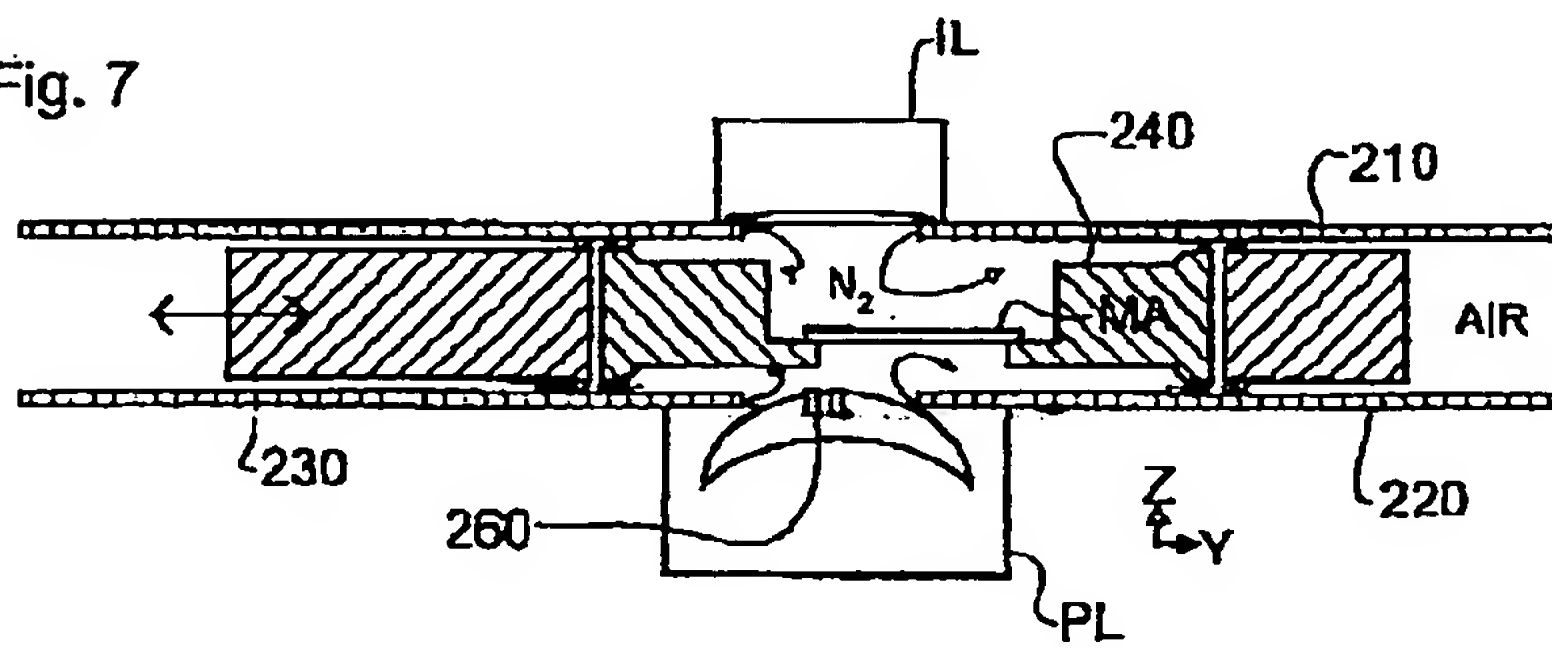


Fig. 8

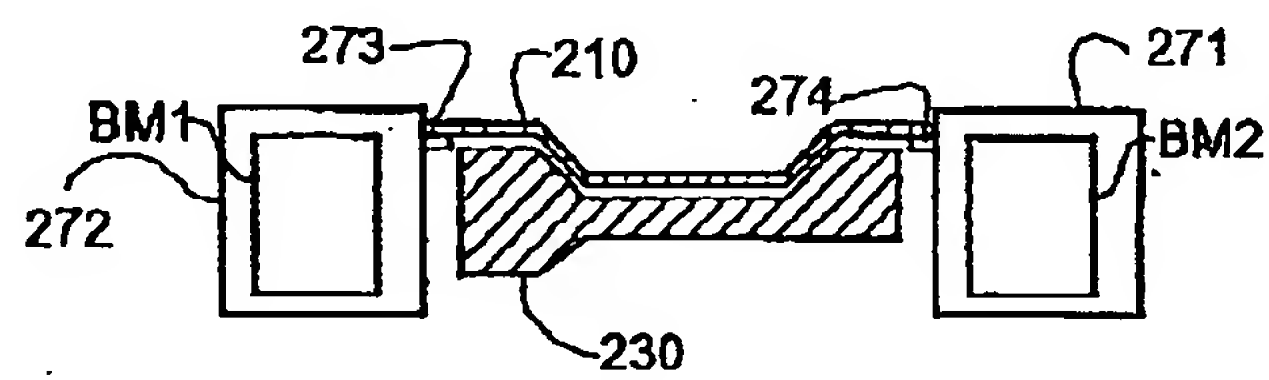


Fig. 9

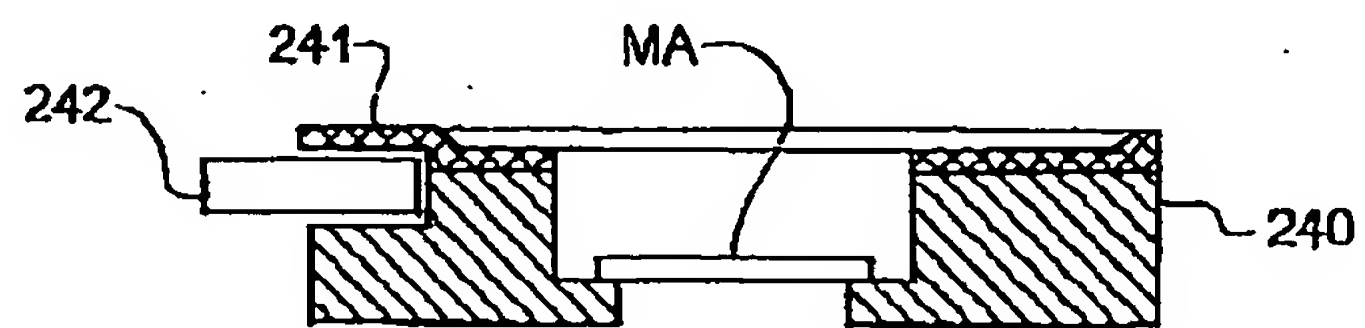
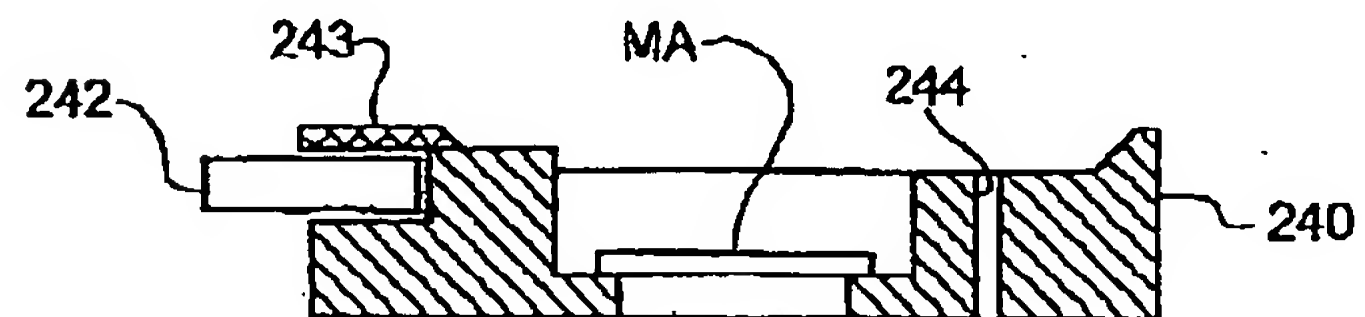


Fig. 10



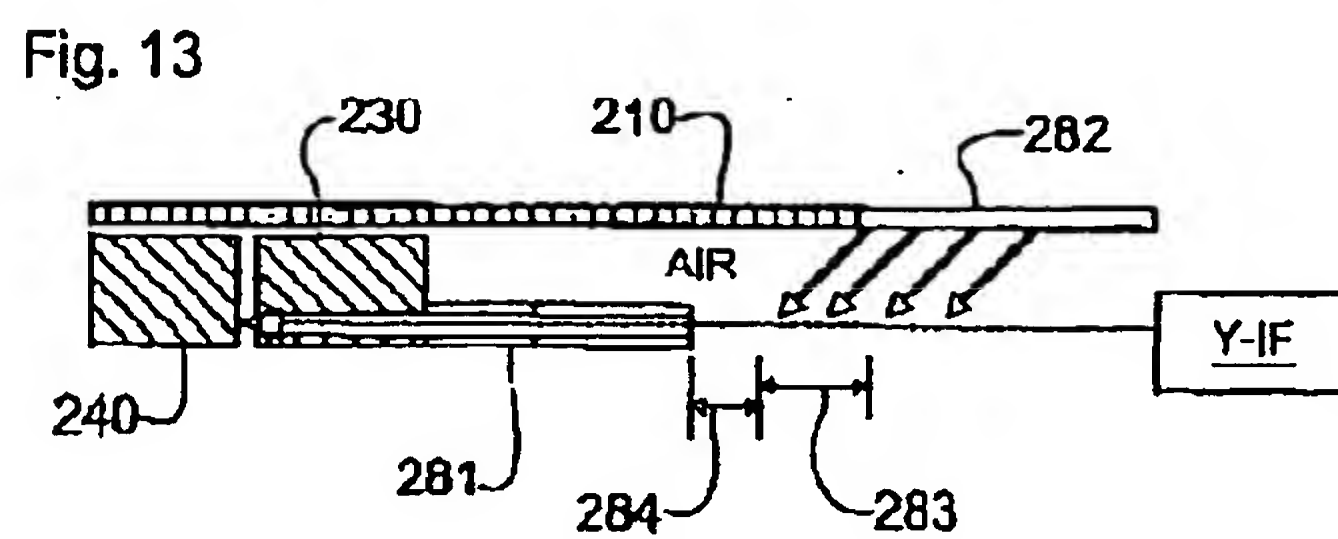
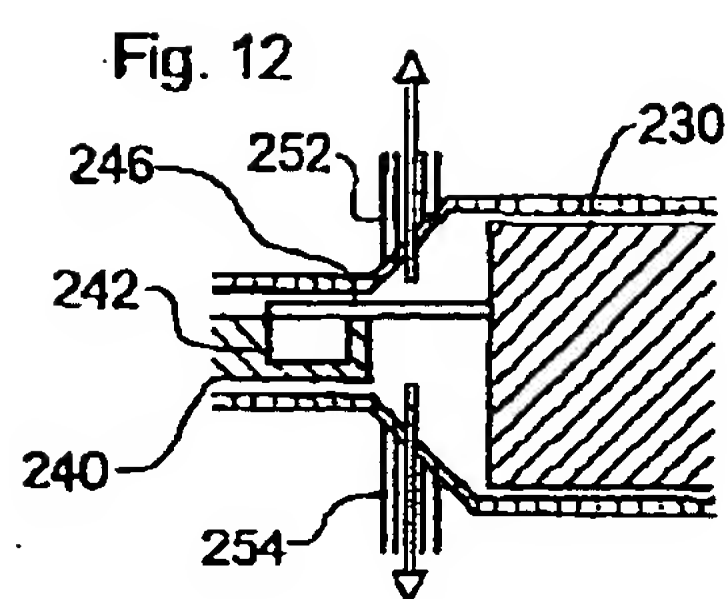
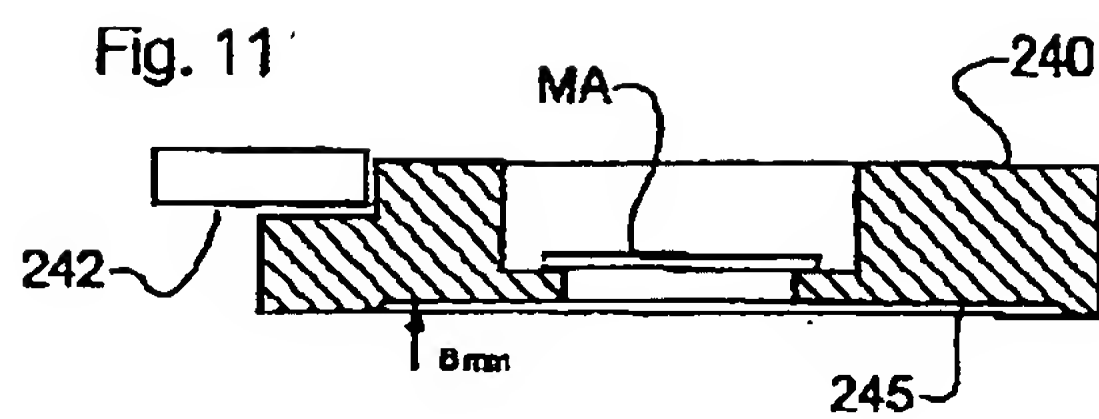


Fig. 14

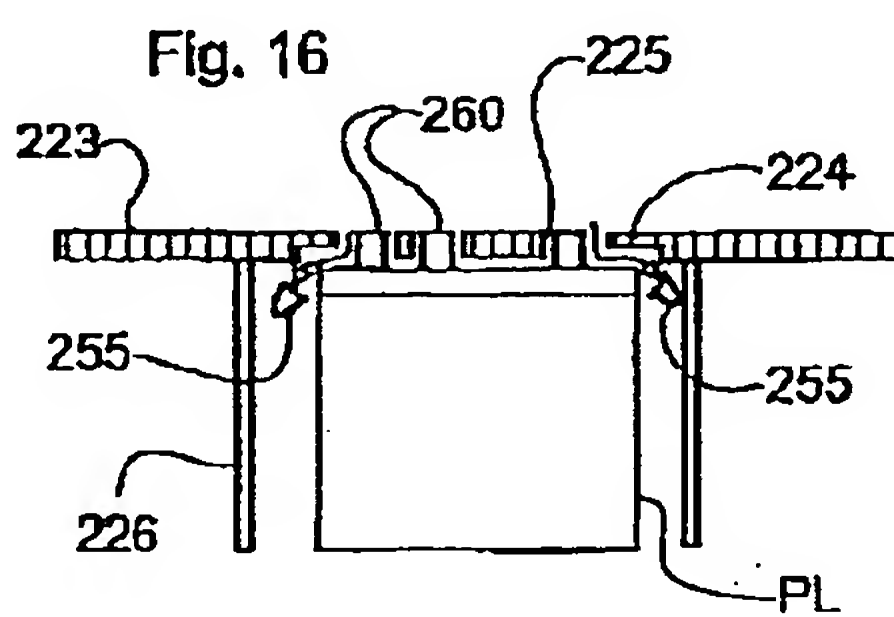
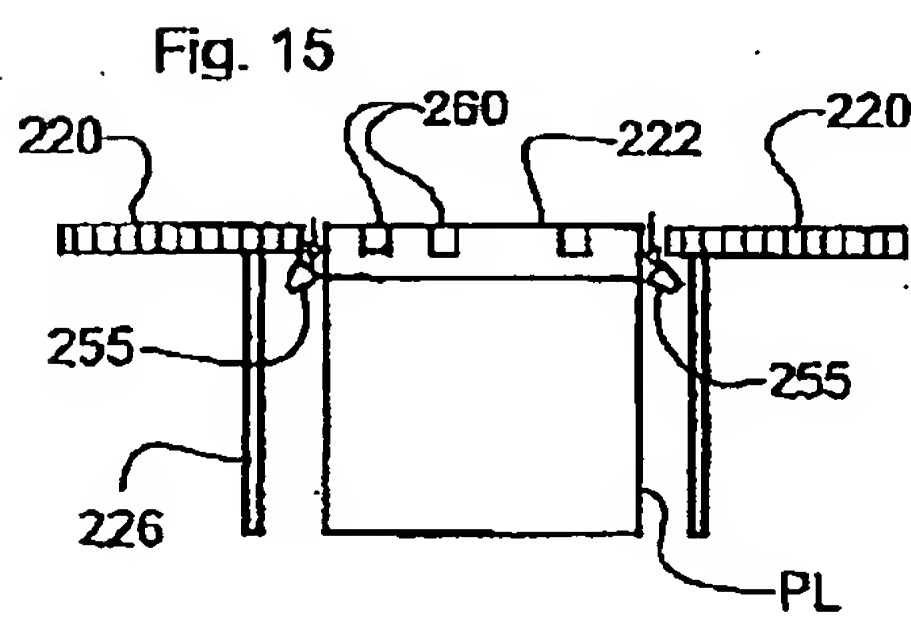
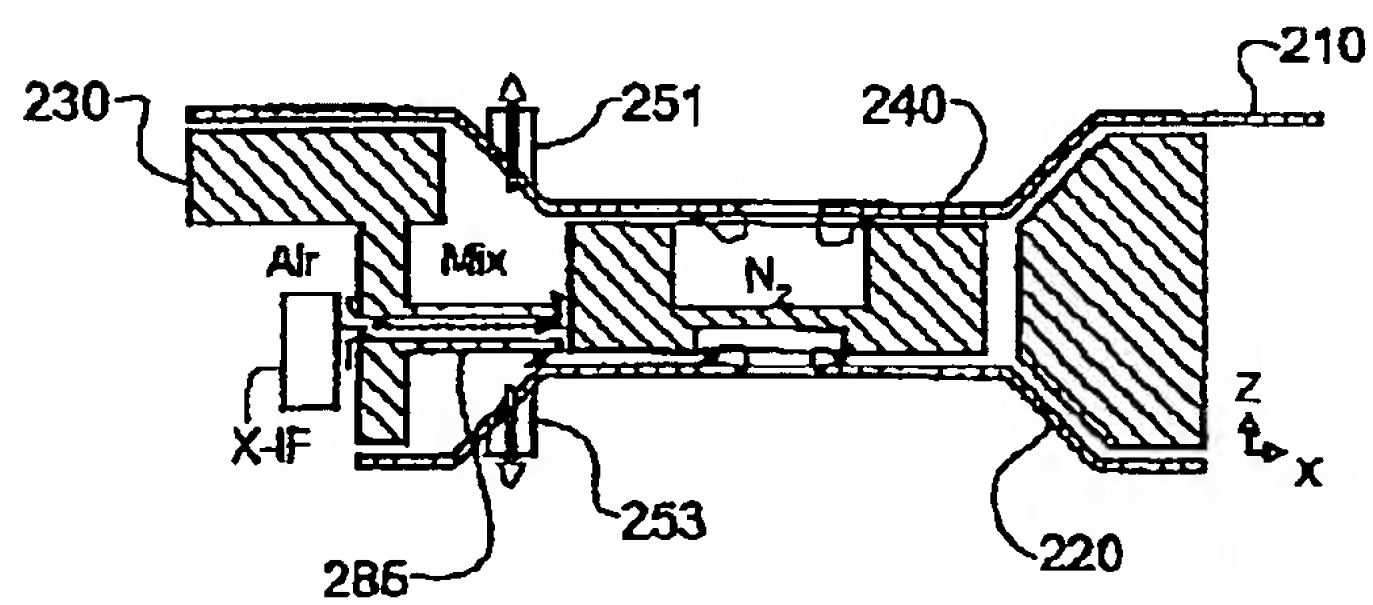


Fig. 17

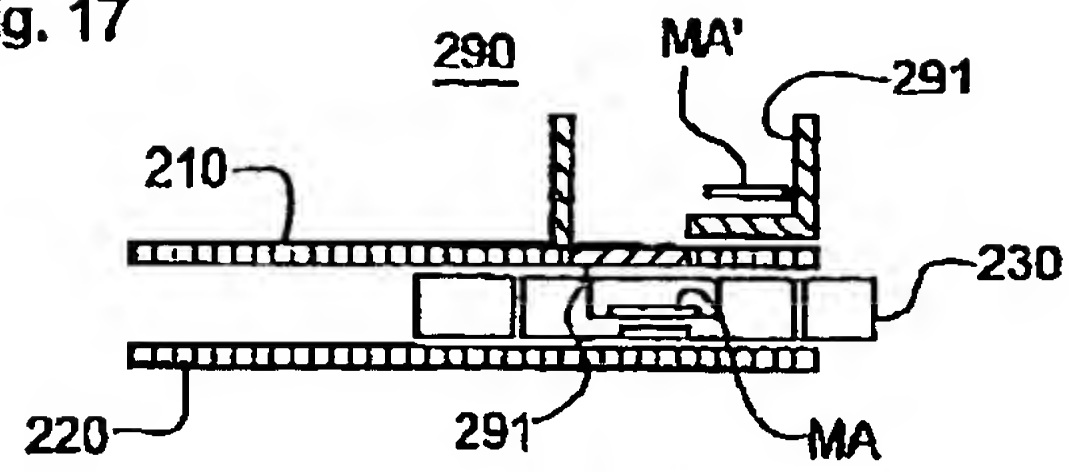


Fig. 18

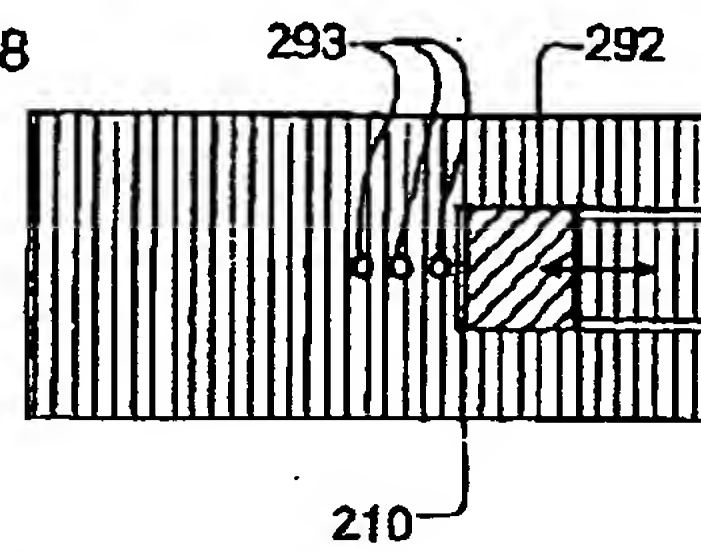


Fig. 19

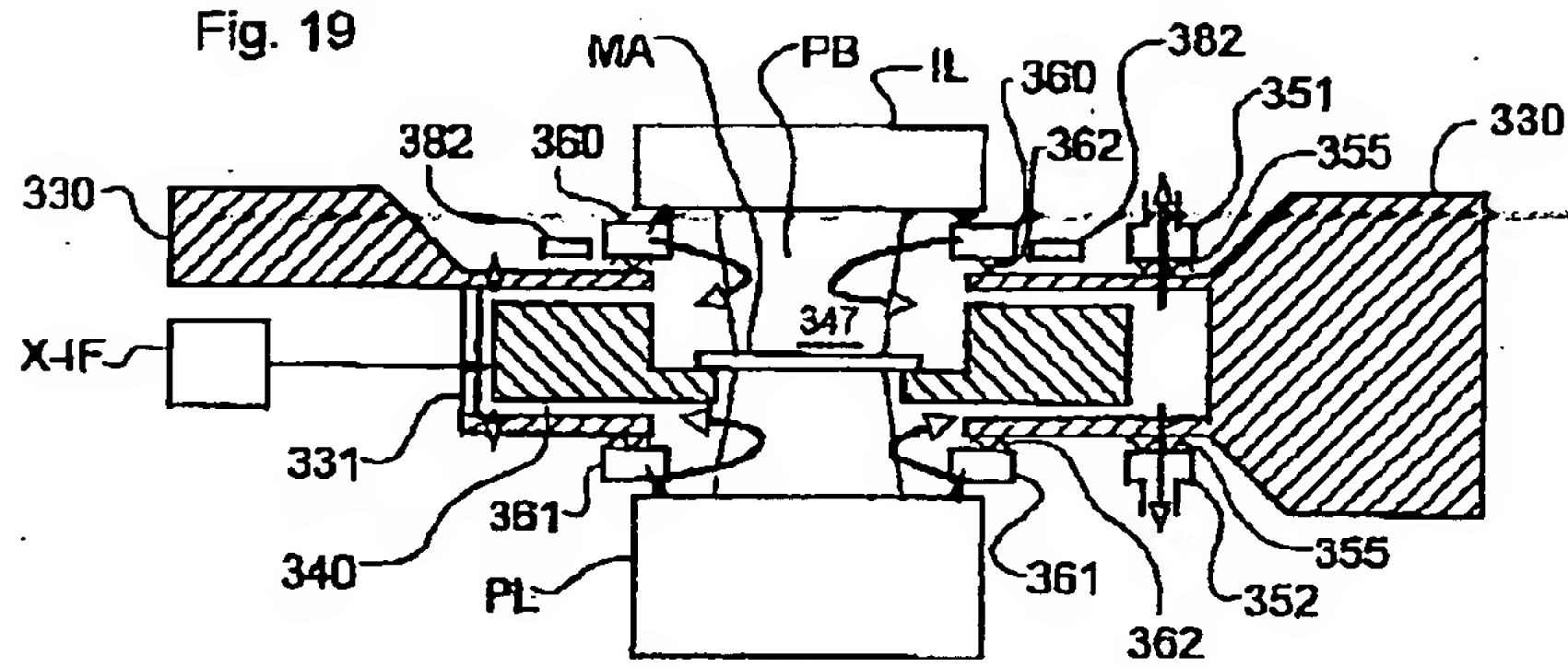


Fig. 20

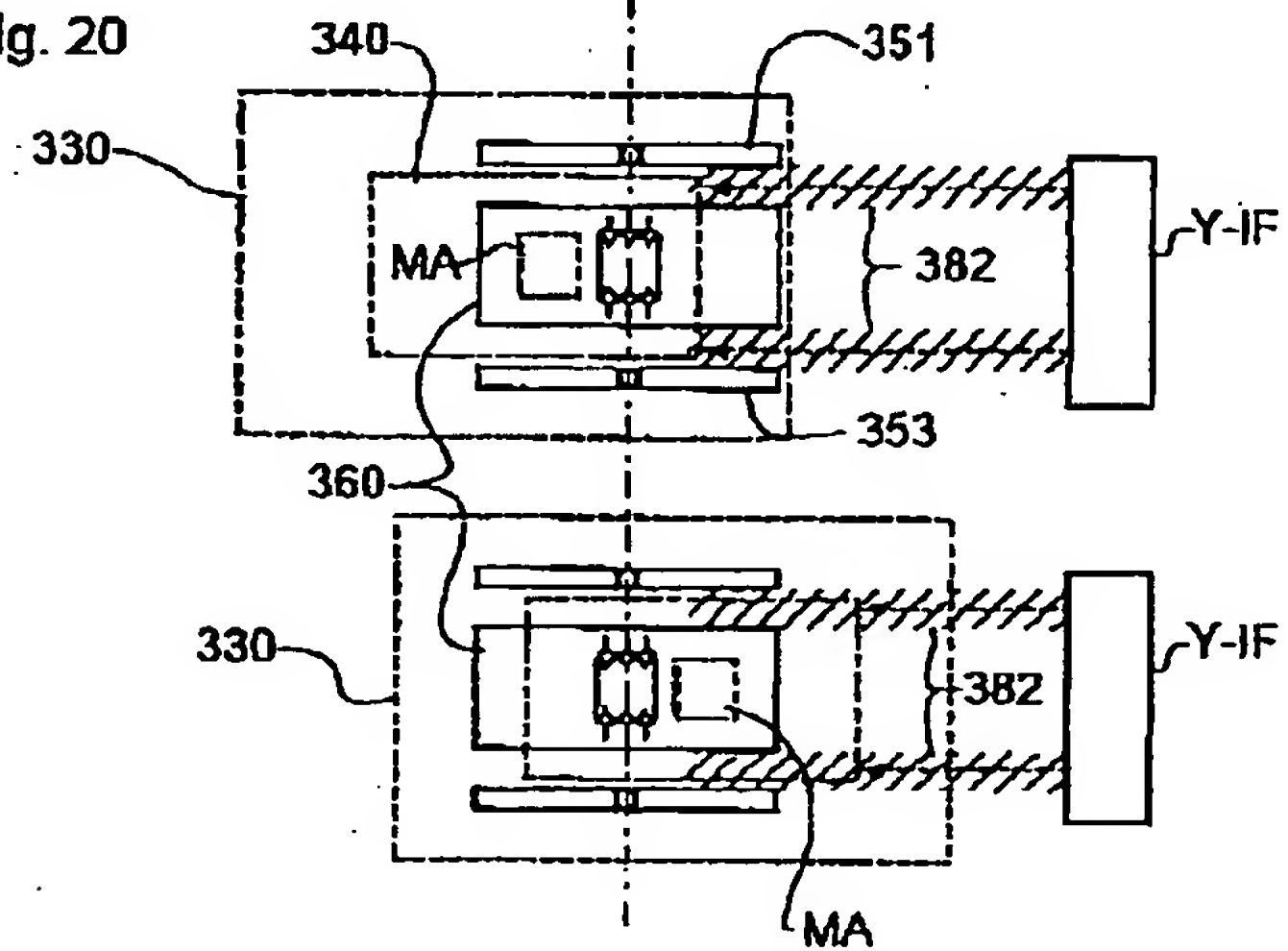


Fig. 21

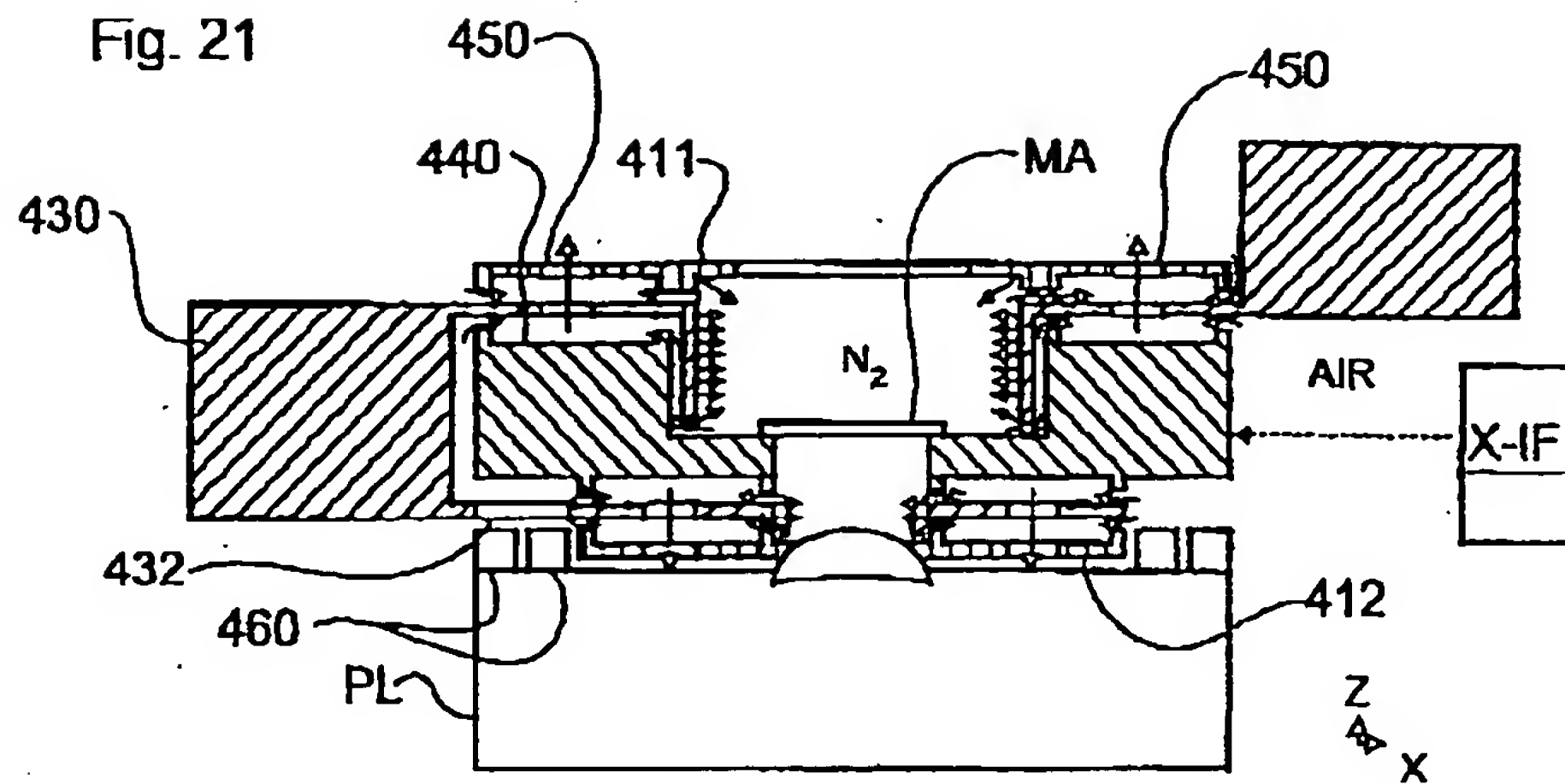


Fig. 22

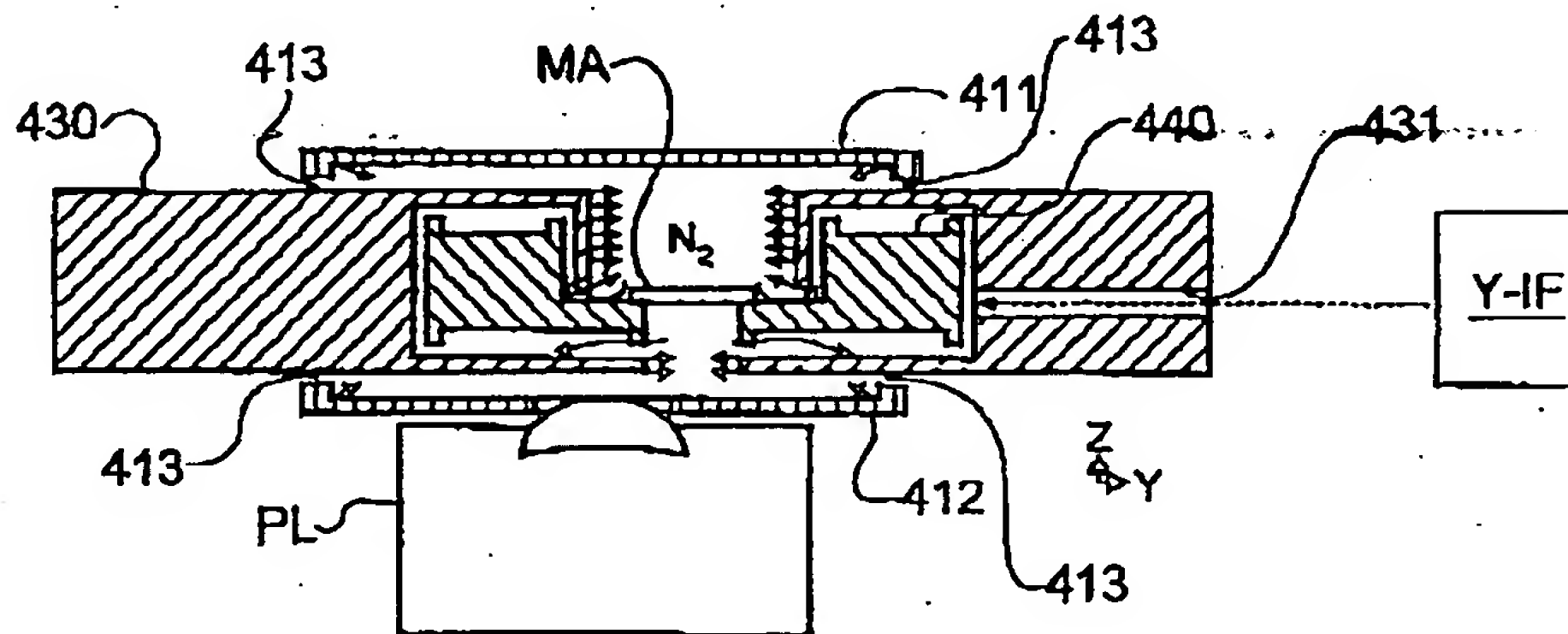


Fig. 23

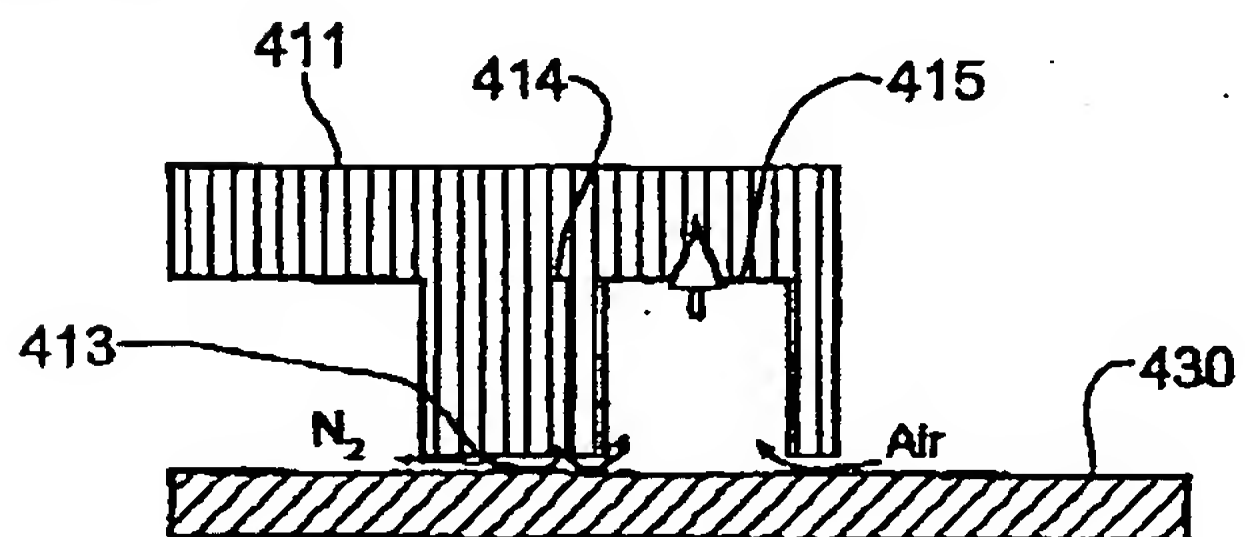


Fig. 24

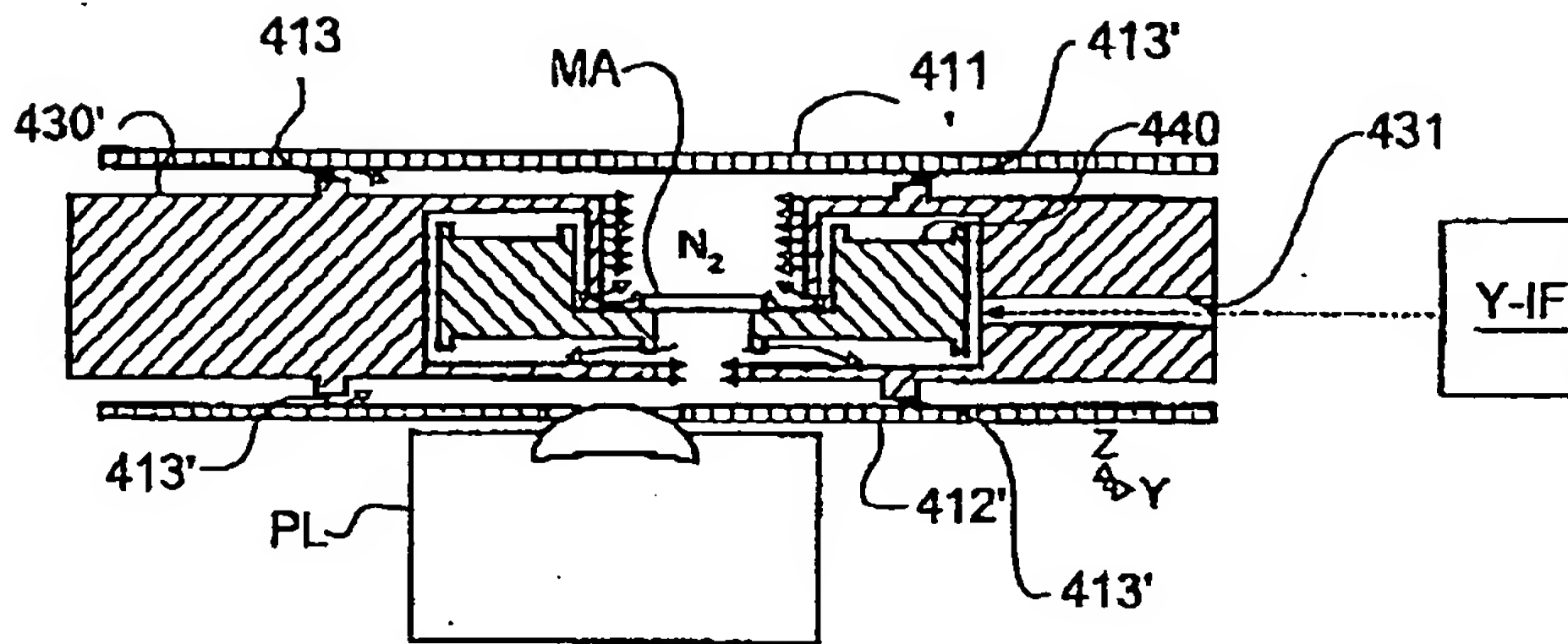


Fig. 25

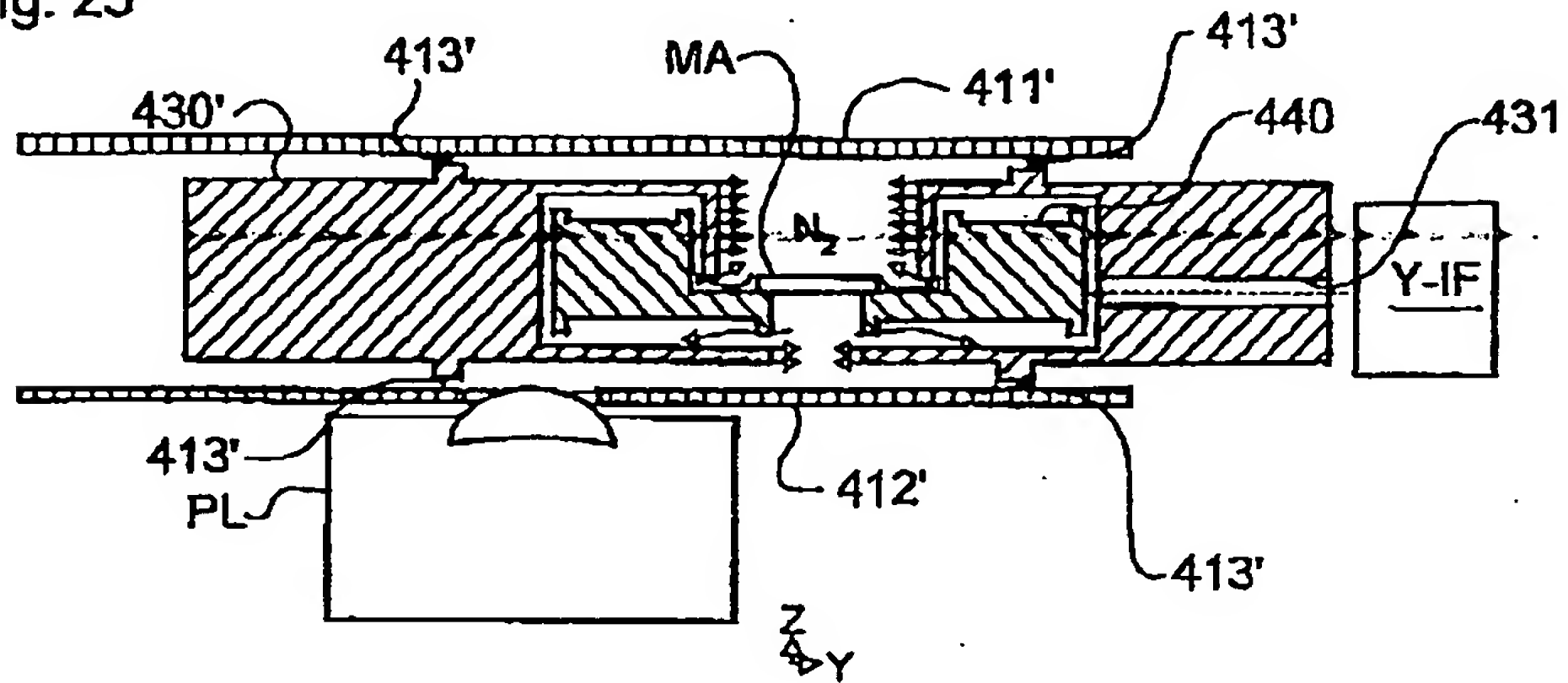


Fig. 26

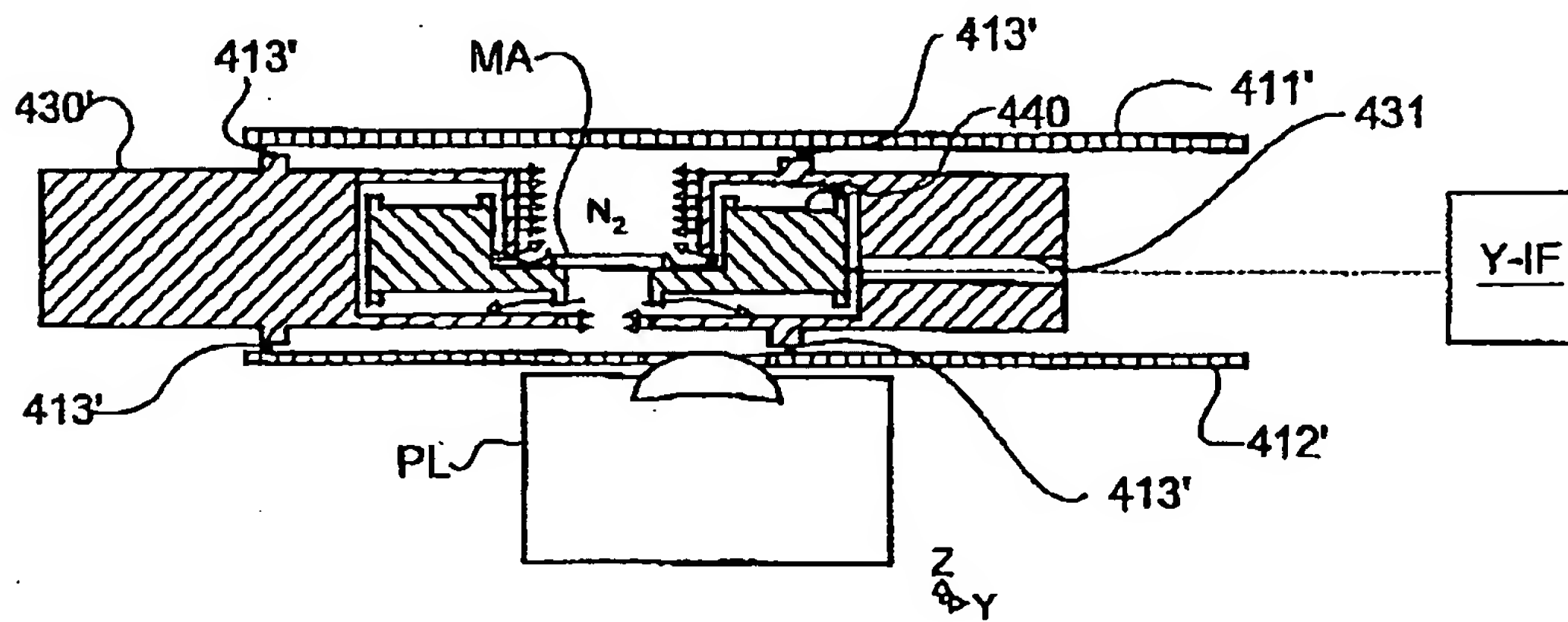


Fig. 27

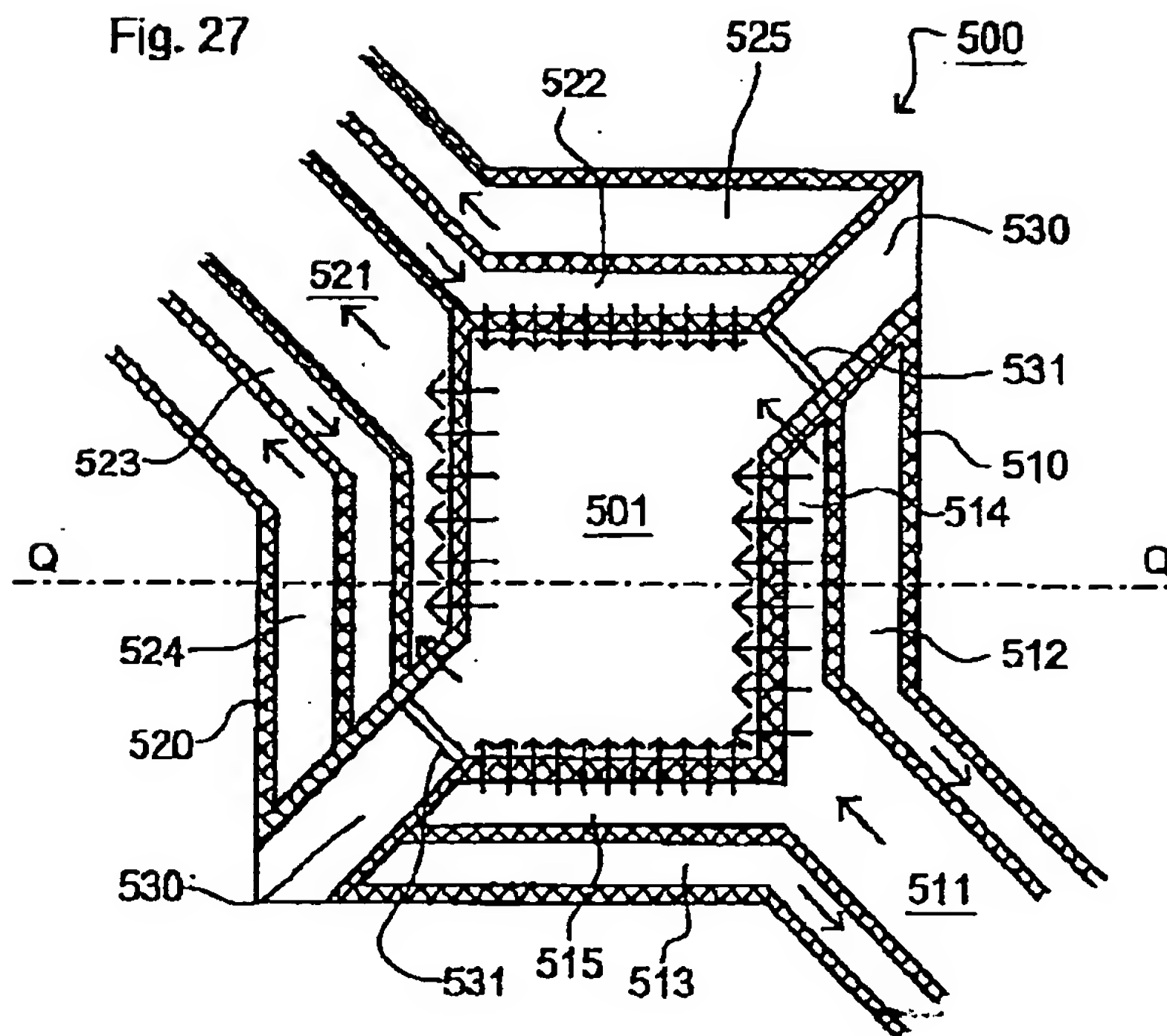


Fig. 28

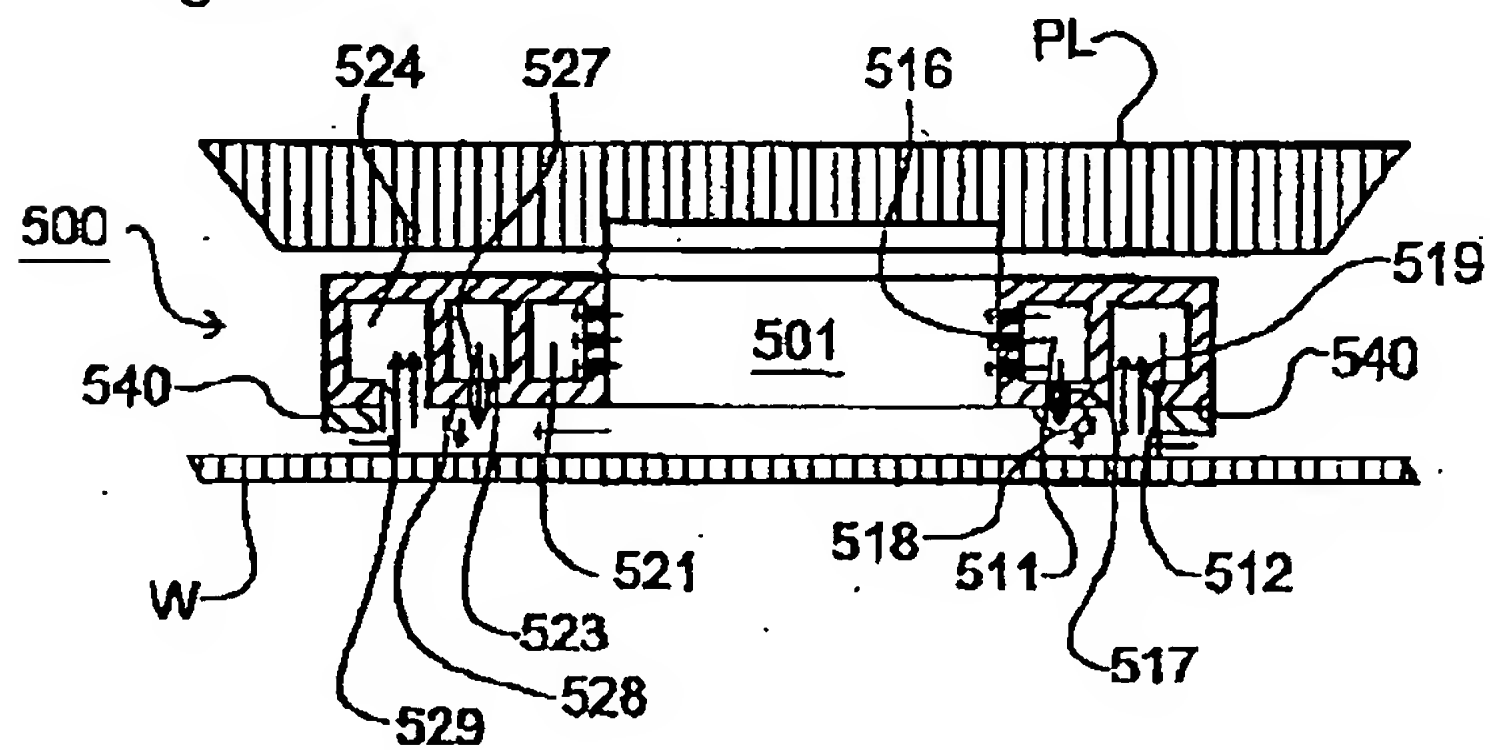
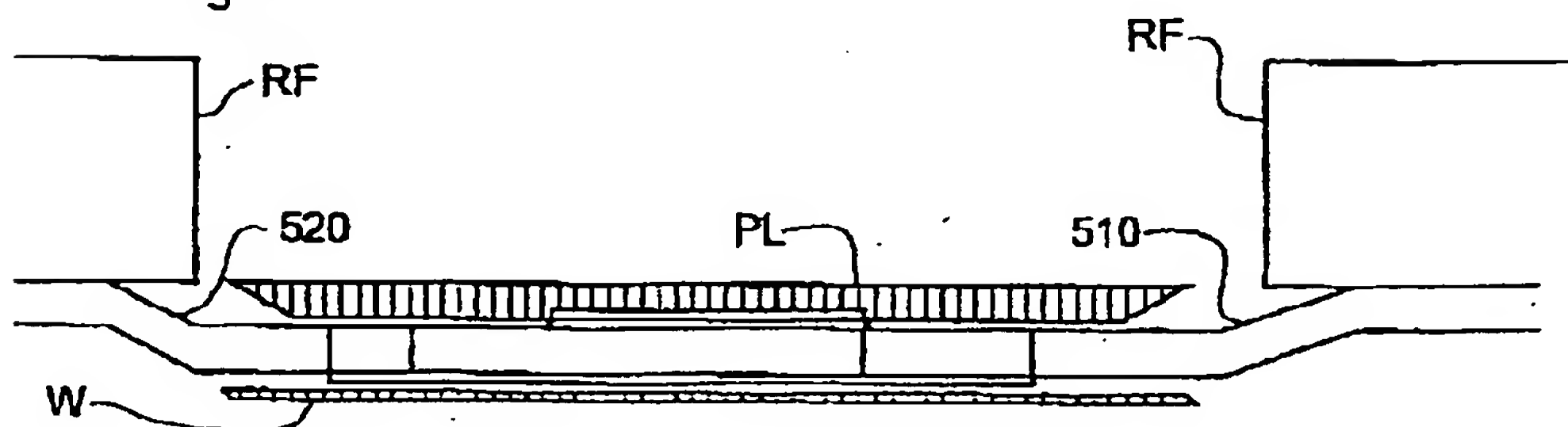


Fig. 29



1 Abstract

A lithographic apparatus has at least one compartment closely surrounding at least one of the mask and substrate holders but not either of the illumination or projection systems so as to reduce the volume that must be purged with gas transparent to the projection radiation. In a scanner, the compartment surrounding the mask holder preferably moves with the mask table and may be formed by a combination of a frame-shaped mask table driven in the scanning operation and stationary plates fixed relative to the projection and illumination systems.

2 Representative Drawing

Fig. 3.